EQUIPOS Y SISTEMAS ELECTRONICOS

SITESA

Sociedad Internacional de Electrónica, S. A.

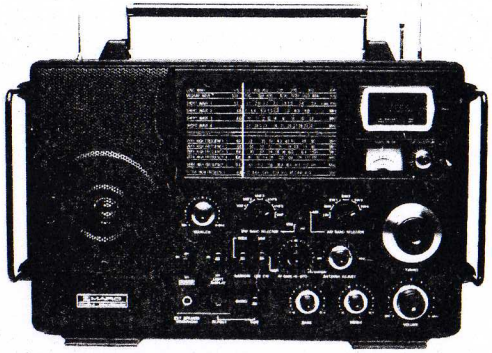
Muntaner, 44 Telf.(93) 254 80 05 Telex: 54.218 BARCELONA (11)

NOVEDAD.

Dos equipos únicos

MARC
Receptor multibanda

Receptor de Radio Multibanda. • Escuche ahora mensajes radiados en su localidad, privados o comerciales, de radio-teléfonos, servicios públicos, etc. en VHF y UHF. • Reciba más de 10.000 estaciones en frecuencias de 145 KHz a 30 Mhz.
• Practique inglés u otras lenguas en su domicilio.
• Reciba noticias mundiales de última hora.



COBERTURA DE FRECUENCIAS.

Cobertura:					
LW	145-360	KHz.	VHF1	30-50	MHz.
MW	530-1660	KHz.	VHF2	66-86	MHz.
SW1	1,6-3,8	MHz.	VHF3	88-108	MHz.
SW2	3,8-9,0	MHz.	VHF4	108-136	MHz.
SW3	9,0-22	MHz.	VHF5	144-176	MHz.
SW4	22-30	MHz.	UHF	430-470	MHz.

HY-GAIN VIII
La estación de base que Ud. esperaba

AHORA CON 10 mtrs. (700 canales)

La más moderna estación-base aparecida en el mercado. Combina lujo y alta tecnología a un precio razonable. Frecuencia cubierta de 26.515 KHz a 27.855 KHz. y de 28.000 KHz a 29.135 KHz. Frecuencia canalizada fija, según tabla de frecuencias que se facilita. Apto para operar con estaciones EC. 5 W en AM y 12 W en SSB. Tensión de alimentación: 220 volts. de c.a. o 12 volts. de c.c.

Gustosamente le informaremos sobre el distribuidor más próximo a Ud.

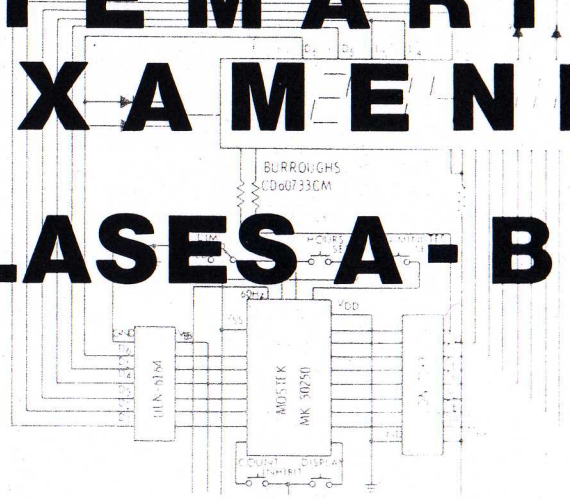
PORTAVEU

AGRUPACIÓ RADIOAFICIONATS CALELLA

ARC

BUTLLETÍ INFORMATIU

TEMARIO EXAMENES CLASES A - B y C



TOMO I

Por D. Juan Aliaga Arqué - E A 3 - P I

863

TEMARIO EXAMENES

A – B y C

Por D. Juan Aliaga Arqué - EA3-PI

SEGUNDA EDICION

Edita: "PORTAVEU" – A.R.C.

D.L. B-11290/78

Impreso por: Multicopy - Arrabal, 42 - Calella (Barcelona)

INTRODUCCION

Primer problema

El ANEXO I de la actual Reglamentación, en sus artículos 1.1 (clase C) y 2.1 (clases A y B) refiriéndose a la materias de examen de Electricidad, Radioelectricidad y Reglamentación dice: "Prueba teórica sobre algunas de las siguientes materias desarrolladas por escrito DURANTE UNA HORA COMO MAXIMO".

Por mucho que se llegue a "empollar" y a saber, no habrá reglamentariamente más que una hora de tiempo para exponerlo por escrito. ¿Y cuánto se puede escribir en una hora, aun en el supuesto de conocer el tema al dedillo?

Realizamos una prueba. Copiando a mano con bolígrafo obtuvimos los siguientes resultados:

Un señor de 50 años, administrativo: CUATRO FOLIOS
Una universitaria de 20 años simulando un examen: DOS FOLIOS
Un estudiante de 3º de BUP (16 años): CINCO FOLIOS
Un estudiante de 8º de EGB (13 años): DOS Y MEDIO FOLIOS

PROMEDIO: 3,37 FOLIOS

Un aspirante a una licencia, de tipo medio, no podrá escribir más en una hora de examen. Bastaba por tanto limitar las respuestas de cada materia (Electricidad, Radioelectricidad y Reglamentación.) a poco más de un folio manuscrito.

Segundo problema

Las Instrucciones para la Aplicación del Reglamento emanadas de la D.G. de C. y Telecomunicación, en su artículo 6.1, dicen: "Las materias que constituyen los exámenes en cada una de sus clases, A, B y C en sus distintas pruebas, son las que se establecen en el Anexo 1 de la presente. El Tribunal en el momento del examen DETERMINARA LAS CUESTIONES A DESARROLLAR EN EL MISMO".

El Anexo 1 comprende los programas. Pero no ordenados por Temas o Papeletas numeradas sino por simples puntos y aparte conteniendo de UNA HASTA DOCE PREGUNTAS, según el tema y queda a criterio de cada Tribunal la extensión de las preguntas. El Tribunal puede poner como ejercicio UNA SOLA PREGUNTA por materia o puede poner TODO UN PUNTO Y APARTE TEMATICO y el tiempo será el mismo, al menos reglamentariamente.....

Tercer problema

Cualquier examen escrito se puede contestar con respuestas lacónicas aprendidas de memoria y si se aciertan, aprobado. Pero el resultado sería nefasto. La radioafición no debe contar con PAPAGAYOS QUE SE APRENDIERON UNAS RESPUESTAS DE MEMORIA SIN ENTENDER SU SIGNIFICADO. Desde luego, tampoco quiere ingenieros. El RADIOAFICIONADO, entendemos, debe ser una persona que haya contestado a su examen todo lo breve que se quiera, pero SABIENDO SIEMPRE DE QUE HABLABA O ESCRIBIA.... !al menos para que el día de mañana no haga el ridículo a través de las ondas!

Nuestras soluciones

- *Este tipo de letra corresponde a los programas en Electricidad y Radioelectricidad. Va primero el programa de los examenes A y B (más extensos) y a continuación el correspondiente tema en la Clase C. Las preguntas coincidentes, o de respuesta coincidente, llevan unos numeritos iniciales (exponentes) señalando esta coincidencia. Para preparar el programa de Clase C conviene seguir el orden que indica la numeración exponencial.*

- **Este tipo de letra corresponde a las respuesta concretas y concisas del temario y a desarrollos y ampliaciones de gran importancia. Las letras A, B y C, situadas siempre en el margen derecho de cada pregunta, indican a qué clases de licencia o examen corresponde la respuesta.**

- Finalmente, este tipo de letra corresponde a explicaciones complementarias, a una ampliación para iniciar o completar los conocimientos básicos. Es una preparación de fondo o una ampliación que igualmente puede ser utilizada para el examen en caso de haber tiempo para ello.

Las partes de "Manejo de Estaciones" y "Aprendizaje del Morse" no precisan diferenciaciones.

En las contestaciones hay gran cantidad de figuras, casi siempre de rebuscada sencillez. Procúrese reproducirlas en el examen aun que sea con cuatro trazos (no se trata de un examen de dibujo ni de arte) porque abrevian tiempo y dan realmente la sensación de que se domina el tema.

!BUENA SUERTE!

EA3PI / A.R.C.

Barcelona, Febrero 1981.

(Primera Parte)

ELECTRICIDAD Y RADIOELECTRICIDAD

SEGUNDA PRUEBA

ELECTRICIDAD

Clases A y B

- *Teoría electrónica elemental - Electrones - Carga Eléctrica - [3]Cuerpos buenos conductores, aislantes y semiconductores.*
- *[1]Generadores de electricidad de corriente continua - [2]Fuerza electromotriz - [5]Circuito eléctrico - Tensión o diferencia de potencial - [6]Corriente eléctrica - Cantidad de electricidad - [8]Unidades internacionales - [4]Resistencia eléctrica: Ohmio - [5]Caída de tensión - Agrupación de resistencias.*
- *Energía y potencia eléctricas: unidades - [9]Potencia convertida en calor en una resistencia y disipación.*

Clase C

[1]Nociones sobre pilas, acumuladores y dínamos - [2]Fuerza electromotriz - [3]Cuerpos buenos y malos conductores de la electricidad - [3]Principales conductores y aislantes - [4]Resistencia eléctrica - [5]Circuito eléctrico - [6]Corriente eléctrica - [7]Caída de tensión en una resistencia - Ley de Ohm - [8]Principales unidades eléctricas - [9]Potencia convertida en calor en una resistencia y su disipación Principales clases de resistencias.

Teoría electrónica elemental

A-B

La teoría atómica establece que toda la materia, cualquiera que sea su clase y su estado (sólido, líquido o gaseoso) está formada por diversas combinaciones de partículas infinitesimales llamadas átomos. La teoría electrónica nace de la anterior y sostiene el concepto de que el átomo está constituído por un núcleo central cargado positivamente alrededor del cual giran vertiginosamente uno o más electrones (cargas negativas mínimas) describiendo órbitas concéntri

cas a una distancia relativamente grande del núcleo, de forma que cada átomo se asemeja a un sistema solar en el que el núcleo es el sol o la estrella central, los electrones son los planetas que giran a su alrededor y los electrones libres o capaces de pasar de uno a otro átomo originando la corriente eléctrica, serían los cometas.

Las partes más diminutas de materia que pueden captar nuestros sentidos corporales son los granitos que forman el polvo. La Física va más allá y demuestra que la partícula más pequeña que puede obtenerse de una substancia sin que ésta vea alteradas sus propiedades es la molécula y que esta substancia lo mismo puede ser el aire que respiramos, el agua que bebemos o los alimentos sólidos que ingerimos (estados gaseoso, líquido y sólido de la materia).

La Química todavía llega más allá con sus aportaciones y nos dice que la molécula, cualquiera que sea su clase, está constituída siempre por una determinada combinación de átomos: la molécula de agua, por ejemplo, está formada por la combinación de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O) y que cuando todos los átomos que constituyen una molécula son iguales entre sí, la substancia es un cuerpo simple, mientras que si los átomos son de distinta clase, la substancia es un cuerpo compuesto. Así el oxígeno y el hidrógeno son substancias simples, mientras que el agua es un compuesto.

Los cuerpos simples existen en la naturaleza, bien sea en la corteza terrestre o en la atmósfera, son 92 a los que se añaden 11 más producidos en laboratorio, fabricados por el hombre. Todos los miles de substancias compuestas son el resultado de combinaciones distintas de las 103 substancias simples cuya relación ordenada constituye la "Tabla de los elementos químicos".

La Fig. 1.E nos muestra el proceso de descomposición de la materia según la teoría electrónica y en su parte superior el aspecto del átomo, con su núcleo central formado por protones o cargas positivas y neutrones o cargas neutras y a cuyo alrededor giran los electrones a gran velocidad siguiendo órbitas elípticas concéntricas. La conclusión de mayor importancia para nosotros es que toda la materia está finalmente constituída por partículas cargadas positiva o negativamente o, en todo caso, por partículas neutras que tienen igual carga negativa que positiva, lo cual significa que la electricidad, como forma de energía, está latente en todo cuanto nos rodea y que la propia materia no es más que una expresión particular de la energía.

Los trabajos científicos más recientes reconocen que es teóricamente posible la existencia de antiátomos que darían lugar a la antimateria, forma de la materia en la que los protones y los electrones presentarían cargas opuestas a las tradicionales (electrones positivos y protones negativos). La existencia de antimateria en el Universo no se ha podido llegar a demostrar puesto que del contacto entre la materia y la antimateria resulta la desaparición de ambas al convertirse en una energía denominada radiación de aniquilación.

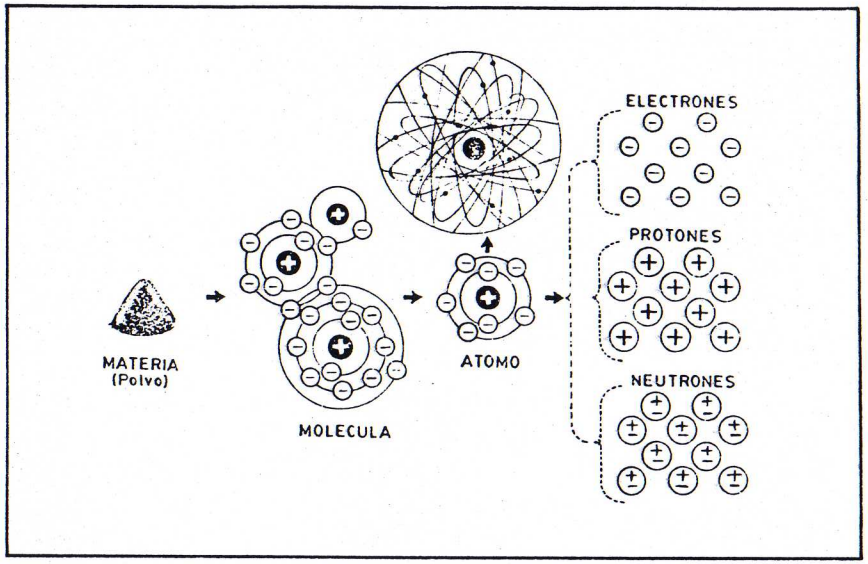


Fig. 1.E.- La materia según la teoría electrónica.

Electrones A-B

Los electrones, llamados también "negatrones" son las partículas elementales de electricidad negativa que giran alrededor del núcleo del átomo y cuyo número determina las propiedades químicas del mismo. El electrón es la carga mínima que puede existir. Se precisan $6{,}25 \times 10^{18}$ (6,25 trillones de electrones) para obtener la carga de un CULOMBIO que al circular a través de la sección recta de un conductor en cada segundo de tiempo, constituyen la corriente de un AMPERIO.

Los electrones que giran en las órbitas más próximas al núcleo del átomo se hallan fuertemente ligados al mismo y difícilmente pueden verse afectados por las influencias exteriores; prácticamente es imposible separarlos del núcleo o cambiarlos de órbita. En cambio, los electrones de las órbitas exteriores pueden llegar a relacionarse con los electrones exteriores de otros átomos, combinándo-

se con ellos en sus trayectorias (propiedad que recibe el nombre de valencia) constituyendo la ligazón de la materia y siendo responsables de la habilidad de un elemento simple para combinarse con otro de su misma o distinta clase.

Los electrones pueden abandonar un átomo para pasar a otro o incluso quedar en libertad vagando por entre la estructura átomica (figuradamente, como los obreros se desplazan por entre los huecos que dejan las vigas y estructuras de un edificio en construcción). En este último caso se denominan "electrones libres" y con la adecuada influencia exterior (fuerza electromotriz) se les puede desplazar dando lugar a la formación de la "corriente eléctrica".

Carga eléctrica A-B

Si se provoca la pérdida de uno de los electrones exteriores del átomo, por medio del frotamiento o de un aumento de temperatura, entre otras causas, como no puede provocarse al propio tiempo la pérdida de un protón de su núcleo, el átomo queda eléctricamente desequilibrado, convirtiéndose en un ión positivo (o átomo al que le falta un electrón).

Si, por el contrario, la acción externa provoca la captación de un electrón más en la órbita exterior, se establece el predominio de las cargas negativas y el átomo, ahora desequilibrado en sentido contrario al anterior, se convierte en un ión negativo o átomo con un electrón de más.

La carga eléctrica de un cuerpo es el estado de desequilibrio que presentan los átomos que constituyen su superficie: si predominan los iones positivos (átomos que perdieron un electrón) el cuerpo se halla con carga positiva; si predominan los iones negativos (átomos que adquirieron un electrón exterior de más) el cuerpo se halla con carga negativa.

Como el electrón o el protón (equivalente de signo contrario) resultan cargas demasiado ínfimas en la práctica, se adopta el CULOMBIO (símbolo Q) como unidad de carga, siendo equivalente a la carga de 6,25 trillones de electrones (de más o de menos en otros tantos átomos-iones).

Los cuerpos con carga de signo contrario se atraen entre sí y los cuerpos con carga de igual signo, se repelen entre sí. La fuerza de repulsión o de atracción es directamente proporcional al producto de las respectivas cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa (Ley de Coulomb: Fuerza = $Q1.Q2/d^2$). Esta ley viene a explicar el equilibrio que existe en el átomo para que los electrones giren alrededor del núcleo, a distancias distintas, sin llegar nunca a chocar entre ellos.

[3]Cuerpos buenos conductores, aislantes y semiconductores A-B-C

Cuando un material o substancia determinada posee una estructura átomica con un gran número de electrones libres, capaces de desplazarse al verse influenciados por una fuerza exterior, recibe el nombre de "cuerpo buen conductor".

Cuanto mayor es el número de electrones que se ponen en movimiento bajo el efecto de una misma fuerza electromotriz, tanto mejor son las cualidades conductoras de una substancia. De aquí que un buen conductor oponga muy poca dificultad o resistencia al flujo electrónico o corriente eléctrica.

Otras substancias carecen de electrones libres; sus átomos los tienen muy aferrados a su núcleo y no es posible desprenderlos aun cuando se aplique una poderosa fuerza. Estas substancias, opuestas a las anteriores, reciben el nombre de cuerpos "malos conductores o aislantes" ya que no permiten el tránsito del flujo electrónico y la circulación de la corriente eléctrica, a la que ofrecen una gran resistencia.

Entre conductores y aislantes existe un cierto número de substancias que se colocan en una posición intermedia, presentando algunos electrones libres pero no tantos como para considerarlos buenos conductores ni tan pocos para ser considerados como aislantes: son los semiconductores entre los que destaca el germanio y el silicio.

Principales conductores y aislantes - Entre los buenos conductores se incluyen por este orden los siguientes: el oro, la plata, el cobre, el aluminio, el cinc, el latón, el hierro, etc. Entre las principales substancias aislantes se hallan: el aire seco, el agua pura (de lluvia), la mica, el vidrio, la baquelita, el caucho, la madera seca, los plásticos, el amianto, etc.

[1]Generadores de electricidad de corriente continua A-B

(Nociones sobre pilas, acumuladores y dínamos) C

Los generadores de electricidad de corriente continua, o más exactamente, de fuerza electromotriz, son las pilas, los acumuladores y las dínamos.

Pila - Unidad individual o generador que convierte la energía química en energía eléctrica bajo la forma de corriente continua. Por extensión, unidad individual de un dispositivo que transforma la energía radiante en energía eléctrica, como la pila solar, fotovoltaica, nuclear, etc. La pila mayormente utilizada es la denominada "seca", derivada de la pila galvánica de Volta, cuyos electrodos son de carbón (polo positivo) y cinc (polo negativo). Toda pila se

caracteriza por su fuerza electromotriz (1,5 voltios en la pila seca) que depende de la acción química que tiene lugar en su interior: por la capacidad de corriente que puede suministrar (amperios-hora) que depende de su tamaño, por su regimen de descarga (amperios) nunca superior al 10% de su capacidad total de corriente para su mejor conservación, y por no ser recargable (una vez usada hay que tirarla).

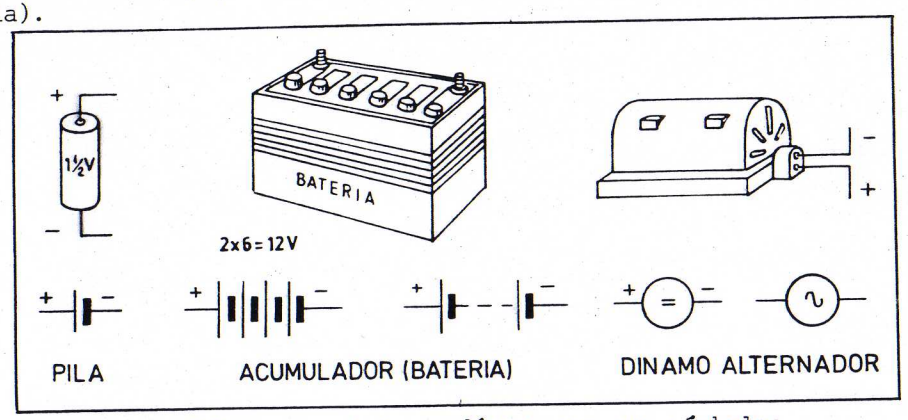


Fig. 2-E.- Pila, acumulador y dínamo con sus símbolos.

Acumulador - Aparato que almacena energía eléctrica en forma de energía química al ser cargado, y que la devuelve bajo forma de corriente continua con una fuerza electromotriz casi constante al ser descargado a regimen normal.

Inicialmente fundamentado en la reacción química del plomo con el ácido sulfúrico (batería de coche) y modernamente en la reacción de sales de níquel (positivo) con sales de cadmio (negativo) en un baño de hidróxido potásico rebajado con agua destilada como electrólito (acumulador de níquel-cadmio). Su fuerza electromotriz es de dos voltios en el acumulador de plomo y de 1,25 voltios en el acumulador de níquel-cadmio. Se caracteriza por la capacidad de corriente que puede almacenar y suministrar tras una carga completa que depende de su tamaño, por su régimen idóneo de carga y descarga (nunca superior al 10% de su capacidad) y por ser recargable (puede usarse infinidad de veces tras la correspondiente carga en una vida que depende del trato que se le dé). La asociación de varias pilas o de varios vasos de acumulador constituye una batería.

Dínamo - Es la máquina eléctrica destinada a transformar la energía mecánica (movimiento) en energía eléctrica bajo la forma de corriente continua, por medio de la inducción electromagnética proporcionada por la rotación de cuerpos conductores en el interior de un campo magnético.A la máquina que utiliza igual principio para obtener corriente alterna se le llama alternador.

Eléctricamente, una y otro se caracterizan por la fuerza electromotriz que son capaces de generar y por la cantidad de corriente que pueden suministrar.

Un ejemplo práctico de acumulador y dínamo lo hallamos en los automóviles: el motor de explosión proporciona la fuerza mecánica al eje de la dínamo que gira y convierte esta fuerza en electricidad de corriente continua que carga al acumulador, almacenándose bajo forma de energía química, mientras el coche está en marcha. Cuando el coche está parado, el acumulador devuelve la energía eléctrica almacenada al motor de arranque a la vez que proporciona la iluminación del vehículo (ciertos coches llevan alternador en lugar de dínamo, en cuyo caso obtienen corriente alterna que es rectificada o convertida en corriente continua antes de llegar al acumulador).

[2]Fuerza electromotriz

A-B-C

Abreviado f.e.m., es la fuerza que da lugar a la circulación de la corriente eléctrica cuando existe una diferencia de potencial entre dos puntos unidos por un conductor. La unidad de medida es el VOLTIO. La diferencia de potencial está provocada por la diferencia de cargas eléctricas entre los dos puntos.

Generalmente se denomina fuerza electromotriz (símbolo E) a la fuerza latente presente en un generador (pila, acumulador, dínamo, etc.) cuando nada se halla conectado a sus bornes de salida y el generador no suministra corriente; y tensión aplicada o voltaje (símbolo V) a la misma fuerza cuando el generador se halla conectado a un circuito exterior suministrando una corriente eléctrica. La fuerza electromotriz siempre es de valor algo superior al voltaje aplicado.

La fuerza electromotriz es comparable a la fuerza que impulsa las partículas de agua en la corriente de un río y que se debe al desnivel entre su nacimiento y su desembocadura, desnivel sin el cual no habría corriente. La corriente eléctrica está constituída por la circulación de electrones o cargas negativas comparables a las partículas de agua que forman el rio,y que se ven impulsados por la diferencia de nivel eléctrico entre el polo negativo (exceso de electrones) y el polo positivo (falto de electrones) del generador, polos que equivalen al nacimiento y desembocadura del rio.

[5]Circuito eléctrico

A-B-C

Es el conjunto de conductores que forman el camino que recorre una corriente eléctrica y en el cual hay generalmente intercalados aparatos productores y consumidores de esta corriente. El circuito que ofrece una resistencia sumamente pequeña y en especial el que

se produce accidentalmente por contacto entre los conductores determinando una descarga rápida o corriente excesivamente intensa, recibe el nombre de cortocircuito.

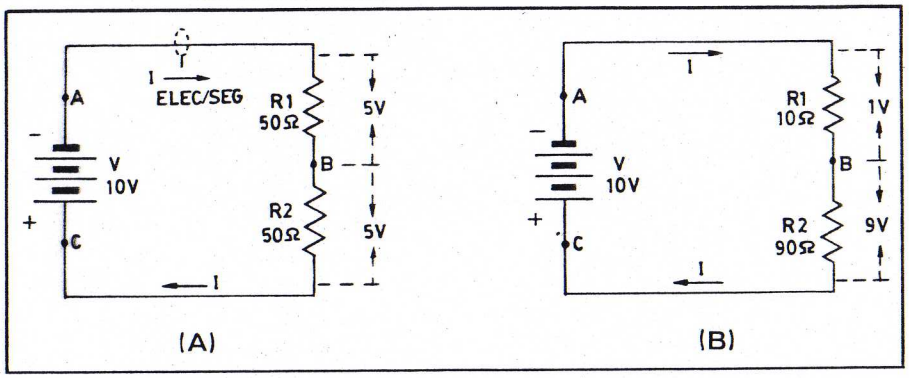


Fig. 3.E - Circuito eléctrico compuesto de resistores.

La figura 3-E nos muestra dos circuitos eléctricos compuestos por una batería (generador) y dos resistores cada uno, A y B, como elementos consumidores.

Tensión o diferencia de potencial A-B

Es la presión eléctrica o diferencia de nivel de cargas que existe entre dos puntos como resultado de la presencia de una fuerza electromotriz entre ellos, capaz de dar lugar a una corriente eléctrica cuando estos dos puntos queden unidos por un conductor. Normalmente se supone que uno de los puntos es tierra o masa, con potencial cero. Su unidad de medida es el VOLTIO.

En un circuito abierto, en los bornes del generador la tensión o diferencia de potencial es igual a la fuerza electromotriz, que también se mide en voltios. En un circuito cerrado, por el que circula una corriente, la tensión o diferencia de potencial aplicada al mismo siempre es inferior a la f.e.m. puesto que una parte de esta última se pierde en el interior del propio generador por donde también circula la corriente, cerrando el circuito. En los ejemplos anteriores, la tensión o diferencia de potencial puede considerarse análoga a la diferencia de nivel entre el nacimiento y la desembocadura de un rio, o a la diferencia de nivel existente en una presa de agua. El potencial cero sería el nivel del mar.

[6] Corriente eléctrica A-B-C

Corriente eléctrica es el flujo o movimiento de los electrones

a través de un conductor como resultado de la aplicación de una fuerza electromotriz o diferencia de tensión a los extremos de un circuito eléctrico.

La intensidad de la corriente (símbolo I) (ver Fig. 3-E) se mide en amperios por medio del instrumento llamado amperímetro. Cuando esta unidad resulta demasiado grande, se utiliza el miliamperio (milésima del amperio o mA) y el microamperio (millonésima del amperio o µA) medidos por los correspondientes miliamperímetros y microamperímetros.

Corriente se deriva de "correr" y por lo tanto implica movimiento (corriente de aire, corriente de un río, etc.). Así como en un río podemos medir la cantidad de litros, metros cúbicos o gotas de agua que circulan o vemos pasar a través de su cauce en cada minuto de tiempo, en electricidad medimos el número de electrones en CULOMBIOS que circulan por la sección recta de un conductor en cada segundo de tiempo, y ello constituye la intensidad de la corriente eléctrica. Ignoramos cuántas gotas de agua entrean en un litro o en un metro cúbico de la misma, pero sí sabemos que cada culombio representa una carga eléctrica compuesta por más de seis trillones de electrones y que si este número de electrones circula por la sección recta de un conductor en cada segundo de tiempo, la intensidad de la corriente es de UN AMPERIO.

Cantidad de electricidad A-B

Es el número total de electrones (o protones), de cargas, medidas en culombios, almacenados bajo forma de carga en un cuerpo (electrostática), transportados en un circuito durante el tiempo que ha estado en funcionamiento o emanados de un generador o que éste puede suministrar en total antes de su agotamiento cuando se trata de una pila o un acumulador. Puesto que el culombio es la cantidad de electricidad transportada por una corriente de un amperio de intensidad durante un segundo, el producto de la intensidad por el tiempo que ha estado circulando la corriente en segundos, dará la cantidad de electricidad transportada de uno a otro polo del mismo (Q = I.t; Culombios = Amperios x segundos).

La cantidad de electricidad vendría representada en nuestros ejemplos hidráulicos por la cantidad de agua transportada por el rio durante un determinado tiempo, o estáticamente, el número total de litros o de metros cúbicos contenidos en un pantano o que éste puede suministrar (generador o fuente).

Si por el cauce de un rio circula una corriente de diez litros de agua por minuto, al cabo de una hora la cantidad de agua transportada habrá sido de I.t = 10 x 60 = 600 litros. Si una intensidad de

diez amperios circula durante una hora por un circuito, la cantidad de electricidad transportada habrá sido de I.t = 10 x 3.600 = = 36.000 culombios (1 hora = 60 x 60 = 3.600 segundos). Si una pila o un acumulador son capaces de suministrar 0,1 amperios de corriente durante 20 horas, hasta el agotamiento o la descarga total, la cantidad de electricidad suministrada o su "capacidad" será de Q = I.t = 0,1 x 20 x 3.600 = 7.200 culombios.

En la práctica se utiliza el AMPERIO-HORA como unidad de medida de cantidad de electricidad, representando la cantidad transportada por una corriente de un amperio circulando durante una hora, siendo consecuentemente equivalente a 3.600 culombios.

Cuando se indica que una batería tiene una capacidad de 10 Amperios/hora se está significando que la cantidad total de electricidad que puede suministrar es, teóricamente, de 36.000 culombios. Estos culombios podrán ser suministrados a razón de la corriente máxima de 10 amperios durante una hora, o a razón de 5 amperios durante dos horas, o a razón de 1 amperios durante diez horas, etc. puesto que la cantidad total de culombios suministrados será la misma en todos los casos. Análogamente podría decirse que la cantidad de agua almacenada en un pantano es de 10.000 litros-hora, o sea capaz de mantener una corriente de 10.000 litros por minuto durante una hora, y qué duda cabe, de 5.000 litros por minuto durante dos horas o de 1.000 litros por minuto durante diez horas. La cantidad total de agua sería siempre la misma: 600.000 litros de agua (10.000 litros por 60 minutos = 600.000 litros).

No debe confundirse nunca el AMPERIO-HORA, unidad de cantidad de electricidad, con el AMPERIO, unidad de intensidad de corriente o de "cantidad por segundo de tiempo".

[8]Unidades internacionales (Principales unidades) A-B-C

Las principales unidades eléctricas utilizadas internacionalmente son:

CULOMBIO - Unidad de carga o cantidad de electricidad que representa 6,28 trillones de electrones, o bien la cantidad de electricidad transportada durante un segundo de tiempo por una corriente de un amperio (equivalente al litro o al metro cúbico de agua en el caso del río, formados por "trillones" de partículas o gotitas de la propia agua).

AMPERIO - Unidad de intensidad de corriente o la corriente que provoca el paso de un culombio a través de la sección recta de un conductor durante un segundo de tiempo. Es pues el "culombio por segundo", lo mismo que en un río sería el

paso de un litro o de un metro cúbico de agua por minuto para la medida de su corriente.

AMP-HORA : Conduct de consum electricitat

VOLTIO - Unidad de fuerza electromotriz, diferencia de potencial o de tensión y que representa la f.e.m. necesaria para que al ser aplicada entre los extremos de un conductor de un ohmio de resistencia, se produzca la intensidad de corriente de un amperio (sería el desnivel necesario para que la corriente del rio, con cauce de resistencia patrón circulara a razón de un litro por minuto).

$V = \Omega I$

OHMIO (Ω) Es la resistencia presentada por un conductor que al serle aplicada la diferencia de un voltio entre sus extremos permite la circulacion de una intensidad de corriente de un amperio (sería la resistencia ofrecida por el cauce del rio en el que el desnivel de un metro provoca la circulación de un litro de agua por minuto).

$\Omega = \frac{V}{I}$

VATIO (W) Es la energía disipada o perdida en calor en una resistencia de un ohmio cuando a la misma se aplica la diferencia de potencial de un voltio, o lo que es lo mismo, cuando por dicha resistencia de un ohmio circula un amperio de corriente. Equivale al trabajo realizado por la corriente de agua de un rio en la unidad de tiempo y que tendría como expresión los metros de desnivel del recorrido por la cantidad de litros por minuto de la corriente).

HERTZ (Hz) - Unidad de medida de frecuencia, igual a un ciclo por segundo. Se emplea prácticamente el kHz (kilociclo) y el MHz (Megaciclo) y más raramente el GHz (Gigahertz) con equivalencias de 1.000, 1.000.000 y 1.000.000.000 de Hz. (La Real Academia de la Lengua admitió el "HERCIO" como versión en idioma español, pero "suena" mal...)

FARADIO (F) - Es la unidad de capacidad representada por un cuerpo capaz de presentar el potencial de un voltio cuando se le transfiere la carga de un culombio. Hipotéticamente, representaría la capacidad de un pantano en el que cada litro o metro cúbico de agua que se introdujera representara un aumento de nivel de un metro,

HENRIO (H) - Unidad de autoinducción y de inducción mutua.

A todas estas unidades se les pueden aplicar los prefijos:

GIGA (simbolo G) = mil millones de unidades (Gigahertz)
MEGA (símbolo M) = un millón de unidades (Megohmio)
KILO (símbolo k) = mil unidades (kilovoltio)
MILI (símbolo m) = milésima de unidad (miliamperio)
MICRO (simbolo μ) = millonésima de unidad (microfaradio o μF)

[4]Resistencia eléctrica: Ohmio A-B-C

Resistencia es todo aquello que se opone al movimiento: resistencia eléctrica es pues todo aquello que se oponga al movimiento de los electrones y por lo tanto a la corriente eléctrica. La resistencia eléctrica es también todo aquello que consume, disipa o convierte energía eléctrica en calor, sin realizar un trabajo útil.

Todos sabemos que es mucho más fácil correr por un camino bien asfaltado (buen conductor) que a través de una selva virgen (mal conductor); la segunda opone mucha más resistencia a nuestra carrera; restringe nuestra energía y velocidad y nos hace sudar más, disipar más energía en calor....

Todas las substancias ofrecen cierta resistencia; siempre está presente cierta oposición por donde debe pasar la corriente eléctrica, mínima en los buenos conductores y máxima en los aislantes. La resistencia de un conductor depende de su naturaleza, dimensiones y temperatura. Se determina por la corriente que produce a través del mismo la aplicación de una determinada fuerza electromotriz entres sus extremos.

El símbolo gráfico de la resistencia eléctrica es una línea quebrada; se la representa por la letra R y se mide en unidades denominadas ohmios por medio de un instrumento llamado "óhmetro". El símbolo del ohmio es la letra griega omega mayúscula, Ω. Los resistores son componentes de resistencia concentrada, medida y determinada para poder graduar y controlar la corriente eléctrica, siendo esenciales en los montajes alectrónicos.

[7]Caída de tensión (en una resistencia - Ley de Ohm) A-B-C

La corriente eléctrica que circula por un conductor va perdiendo potencial o tensión a medida que transcurre por la resistencia del mismo, experimenta una "caída de tensión" que resulta mayor en los tramos del circuito que presentan mayor resistencia.

Si imaginamos que el nacimiento de un rio se halla a 2.000 metros de altitud, es evidente que en cada tramo de su recorrido de descenso se perderá parte de esta "diferencia de nivel" respecto al mar en el que desembocará. Si transcurrido una cuarta parte del recorrido las aguas del rio tienen un nivel de 1.400 metros, su corriente,

sus aguas, habrán experimentado una "caída de nivel" de 600 metros, aun cuando siga circulando igual cantidad de litros o metros cúbicos por minuto, la misma corriente.

En la Fig. 3.E el circuito está formado por un generador o batería de 10 V y dos resistores de igual valor (en A) de 50 ohmios que la corriente debe atravesar uno tras otro y en los que se supone concentrada toda la resistencia de los conductores del circuito. Si entre A y C existe una diferencia de potencial de 10 voltios y las dos resistencia son iguales, de igual valor óhmico, es evidente que en cada una de ellas se producirá una caída de tensión entre sus extremos de 5 voltios. Pero en B de la misma figura ya no ocurre lo mismo: como los resistores R1 y R2 son de valor distinto, en el menor de 10 ohmios caerá 1 voltio y en el mayor, R2, de 90 ohmios o nueve veces más resistencia, caerá nueve veces más tensión, o sea 9 voltios. Reparemos en que la "diferencia de tensión" entre los puntos B y C será de 5 V (10-5 = 5) en A y de 9 voltios (10-1 = 9) en B, o sea la tensión suministrada por el generador menos la caída sufrida en R1 en ambos casos.

La caída de tensión en un resistor es igual, lógicamente, a la diferencia de tensión que existe entre los extremos de este mismo resistor. Esta caída de tensión viene determinada por la Ley de Ohm bajo la forma V = I.R, o sea que es igual al producto de la intensidad de corriente que circula a través del resistor por su valor óhmico.

Ley de Ohm - La diferencia de tensión aplicada, la intensidad de la corriente circulante y la resistencia que presenta el circuito a dicha corriente son magnitudes que se hallan estrechamente relacionadas en todo circuito eléctrico por la Ley descubierta por el físico alemán Ohm estableciendo que:

> la intensidad de corriente que circula por cualquier circuito eléctrico es directamente proporcional a la tensión aplicada al mismo e inversamente proporcional a su resistencia

lo que expresado bajo forma de ecuación se convierte en:

$$I = \frac{E}{R} \qquad I(\text{amperios}) = \frac{E\ (\text{voltios})}{R\ (\text{ohmios})}$$

En la Fig. 4.E podemos ver las tres formas que puede tomar esta ecuación, de importancia capital en electricidad y radio y que permiten averiguar uno cualquiera de sus términos cuando se conocen los otros dos, así como la forma fácil de memorizar y recordar la Ley mediante la división de un círculo en tres partes con E encima I a la izquierda y la restante R a la derecha. Basta tapar con el extremo del dedo índice la magnitud interesada para que aparezca la expresión de la fórmula para hallar su valor.

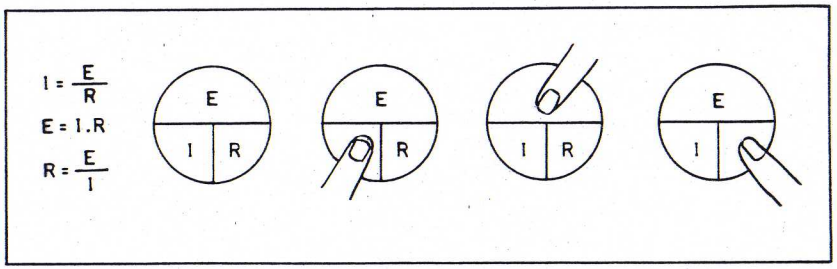


Fig. 4.E.- La Ley de Ohm

Aplicando la Ley de Ohm a los circuitos de la Fig. 3-E, la corriente circulante por el circuito A será igual a I = E/R = 10/50+ +50 = 0,1 amperios = 100 mA. En el circuito B, I = E/R = 10/10+90 = = 0,1 amperios = 100 mA. Compruébese ahora como con el conocimiento de I es posible hallar cualquiera de las otras dos magnitudes aplicando la Ley de Ohm en debida forma (R = E/I y E = I.R).

Agrupación de resistencias A-B

Las resistencias pueden unirse entre sí en serie y en paralelo, y mediante combinaciones de estas dos modalidades, en disposiciones mixtas o serie-paralelo.

Cuando las resistencias se agrupan en serie uniendo la cabeza de un resistor con la cola del siguiente y la cabeza de éste con la cola del tercero y así sucesivamente como en la figura A (aquí figura 5.E-A), la resistencia total es igual a la suma de las resistencias de cada resistor. Evidentemente la resistencia total será siempre mayor que cualquiera de las que forman la serie.

Cuando las resistencias se agrupan en paralelo uniendo entre sí todas las cabezas y por separado todas las colas como en la figura B (aquí Fig. 5.E-B) la resistencia equivalente o resultante es igual a la inversa de la suma de las inversas de los valores de cada resistor asociado. En este caso la resistencia resultante siempre es menor que la menor de las resistencias que intervienen en la asociación en paralelo.

El valor que resulta de una asociación en serie recibe el nombre de resistencia total, mientras que el valor final de una grupación en paralelo toma el nombre de resistencia resultante o resistencia equivalente.

Lógicamente el montaje mixto de resistencias está constituído por asociaciones en paralelo dispuestas en serie o por agrupaciones en serie dispuestas en paralelo, pudiéndose formar infinitas combinaciones denominadas "redes".

La figura 5.E muestra el comportamiento de las agrupaciones serie (A) y de las agrupaciones paralelo (B). En la agrupación serie la suma de las distintas caídas de tensión en cada resistencia, E1 + E2 + E3 es igual a la tensión total E aplicada al circuito, mientras que la intensidad de corriente circulante por cada resistor es la misma, puesto que los electrones pasan por los resistores uno tras otro, e igual a la de todo el circuito.

En la asociación paralelo (B), la caída de tensión en cada uno de los resistores es igual a la diferencia de tensión aplicada a todo el circuito, E, pero la intensidad que circula por cada resistor o rama del circuito es inversamente proporcional al valor de la correspondiente resistencia y su suma, I1 + I2 + I3, es igual a la corriente total I suministrada por el generador E.

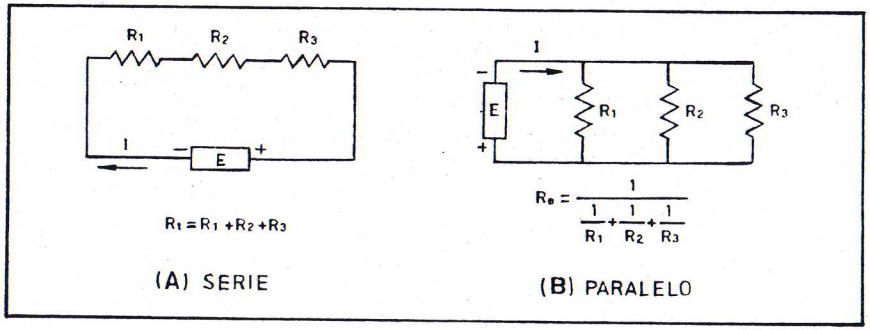


Fig. 5.E - Asociación de resistencias.

Casos especiales:

a) Cuando en una agrupación serie todos los resistores son de igual valor, R, el valor total es igual a n.R, siendo n el número de resistores utilizados.

b) Cuando en una agrupación paralelo todos los resistores son de igual valor, R, el valor resultante es igual a R/n, siendo n el número de resistores agrupados.

c) Cuando la agrupación paralelo está constituída por sólo dos resistores de valor distinto, el valor resultante es igual al producto de los mismos dividido por su suma, o sea que Rr = R1.R2/R1+R2.

Desde el punto de vista práctico, puede darse el caso de precisar un valor de resistencia de 500 ohmios y disponer sólo de resistores de 100 ohmios; bastará unir cinco resistores de este último valor en serie para obtener el requerido. O puede ser que los resistores disponibles sean de 1.000 ohmios, en cuyo caso la unión de dos de ellos en paralelo solucionará el problema.

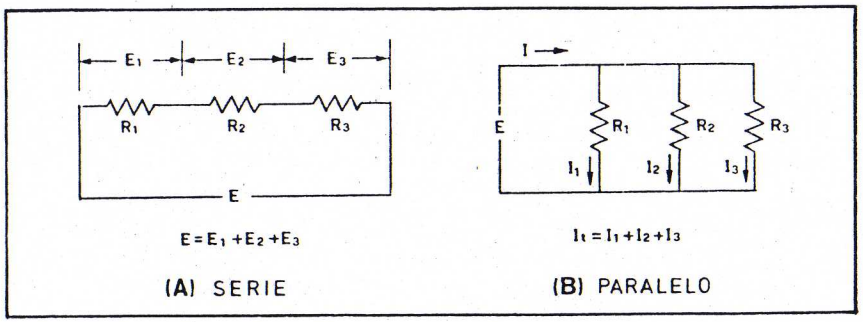


Fig. 6.E - Características de la asociación de resistencias.

Shunt (o derivador) A-B

Se conoce por "shunt" a una resistencia de precisión y valor bajo que se conecta en paralelo con otra (generalmente la interior de un instrumento de medida) al objeto de desviar por ella un exceso de corriente que de otra forma sería capaz de destruir a la primera. En los instrumentos de medida la utilización del "shunt" permite aumentar su alcance, puesto que sólo una fracción conocida de la corriente del circuito circula por el interior del instrumento que adquiere así un poder multiplicador de su lectura (x10, x100, etc).

Si en la Fig. 6.E-B consideramos a R1 como perteneciente a un instrumento de medida cuyo límite de corriente es I1, la presencia del shunt constituído por la asociación de R2 y R3 permiten la medida de I, mucho mayor que I1, al desviar por ellas las corrientes I2 e I3. Si I2+I3 representa una corriente de 9 amperios e I1 máxima es de un amperio, la corriente total I podrá ser de 10 amperios y el instrumento I1 la medirá multiplicando por 10 su lectura, aun cuando su límite de corriente sea de sólo 1 amperio.

Energía y potencia eléctricas: unidades A-B

La electricidad es una forma de la energía y como tal es capaz de realizar un trabajo (mover un torno, subir un ascensor, bombear agua, etc) puesto que la energía puede transferirse de una forma a otra, pero no puede ser creada ni destruída.

La unidad de energía o trabajo es el JOULE que representa la energía necesaria para transportar la carga de un culombio entre dos puntos entre los que existe una diferencia de potencial de un voltio. La unidad de energía o trabajo no está ligada al tiempo, puesto que el transporte de la carga de un culombio lo mismo puede realizarse en un segundo que en una hora y en ambos casos significará

el mismo trabajo y por lo tanto igual energía.

La potencia eléctrica (símbolo P o W) es el trabajo realizado o que puede realizarse por unidad de tiempo, lo que prácticamente equivale a la diferencia de potencial (voltios) entre dos puntos multiplicado por el número de culombios transportados entre ellos durante un segundo de tiempo. Y como el culombio por segundo es el amperio, resulta que la fórmula básica de la potencia eléctrica es W = E.I (vatios = voltios x amperios), o también W = E.Q/t (vatios = voltios x columbios por unidad de tiempo).

Recíprocamente, el trabajo desarrollado por una corriente y medido en julios, es igual a la potencia en vatios multiplicada por el tiempo en segundos durante el cual ha estado circulando la corriente.

El julio o joule también resulta incómodo para los usos prácticos y por ello se recurre mayormente al VATIO-HORA como unidad de trabajo ya que lógicamente representa el trabajo realizado con el empleo de la potencia de un vatio durante una hora, y como la hora tiene 3.600 segundos, resulta que:

1 vatio/hora = 1 x 3.600 = 3.600 julios, y

1 kilovatio/hora = 1.000 x 3.600 = 3.600.000 julios

En kilovatios-hora están calibrados los contadores que controlan el suministro de electricidad.

Cuando la Compañía que nos suministra electricidad factura su recibo, nos cobra el trabajo realizado por la corriente eléctrica suministrada, trabajo que por un mismo importe puede haber consistido en la circulación de una corriente muy poco intensa durante muchas horas, o en la circulación de una intensidad elevada durante un corto tiempo, alcanzando en uno y otro caso igual importe puesto que T = E.I.t, siendo constante E = tensión de la red.

Conviene no confundir el vatio-hora o el kilovatio-hora, que es una unidad de trabajo, con el amperio-hora que es una unidad de cantidad de electricidad que suele designar la capacidad de electricidad de una pila, acumulador o batería.

Los conceptos de energía, fuerza, trabajo y potencia suelen confundirse con facilidad, o al menos cuestan más de entender, por lo que recurrimos nuevamente a las analogías para clarificar y sentar bien estos conceptos.

Cuando un obrero se despiera por la mañana y todavía no se ha movido de la cama, posee cierta ENERGIA capaz de desarrollar un trabajo y que conserva en forma de "energía potencial" o latente que se transformará en energía cinética o efectiva tan pronto como la utilice y gaste en el desarrollo de un trabajo, transformándola en mo-

vimiento y calor. Si el trabajo que debe realizar el obrero consiste en el transporte de pesados sacos, deberá valerse de su FUERZA para convertir la energía potencial en energía cinética, aplicándola directamente sobre los sacos y poder así trasladarlos de lugar.

En cuanto el obrero haga uso de su energía para mover los sacos por medio de su fuerza, estará efectuando un trabajo que podrá medirse multiplicando el número de kilos transportados por el número de metros recorridos, obteniéndose así una medida en "kilográmetros"

Si durante la jornada el obrero ha transportado en distintos viajes un total de 1.000 kg a una distancia de 50 metros, habrá realizado un trabajo de 50.000 kilográmetros, el mismo trabajo que si hubiera trasladado 2.000 kg a la distancia de 25 metros (2000 x 25= = 50.000) o que si hubiera trasladado 500 kilos a la distancia de 100 metros (500 x 100 = 50.000 kgm). En cualquiera de los tres casos la energía consumida sería la misma desde el punto de vista del trabajo realizado.

La POTENCIA será la medida del trabajo que ha realizado el obrero por unidad de tiempo, el segundo. Si el obrero hubiera trasladado 1.000 kg a la distancia de 50 metros durante una jornada de 10 horas de trabajo (36.000 segundos) la potencia empleada hubiera sido de 50.000/36.000 = 1,38 kgm/segundo. Si el trabajo lo hubiera realizado en una sola hora, la potencia habría variado, habría sido de 50.000/3.600 = 13,8 kgm/segundo. Evidentemente, una misma cantidad de trabajo puede realizarse en más o en menos tiempo, según la potencia que se emplee.

En cualquier caso, el trabajo realizado es siempre igual a la potencia empleada multiplicado por el tiempo que ha durado el gasto de energía. La potencia es el resulado de dividir el trabajo realizado por el tiempo que se ha tardado en ello, o sea EL TRABAJO POR UNIDAD DE TIEMPO.

La fórmula genérica de la potencia eléctrica, W = E.I, aplicada a un circuito con resistencias gobernado por la Ley de Chm, permite hallar una serie de expresiones muy importantes:

W = E.I, pero según la Ley de Ohm, E = I.R, luego W = E.I = I.R.I= = I^2.R.

W = E.I, pero I = E/R, luego W = E.I = E.E/R = E^2/R

De cualquiera de estas fórmulas derivadas de la potencia pueden obtenerse las magnitudes esenciales de la electricidad, E, I y R. Todas las fórmulas de uso constante en los circuitos de corriente continua se derivan de la Ley de Ohm y de la expresión principal de la potencia W = E.I. Todas ellas se hallan agrupadas en el círculo de la Fig. 7.E en el que las cuatro magnitudes fundamentales

E, I, R y W se hallan reunidas en el centro ocupando un cuadrante cada una de ellas, cuadrante que a su vez está dividido en las correspondientes fórmulas válidas para determinarlas. Así, la potencia W es igual a E.I, I^2.R, E^2/R; la intensidad I es igual a E/R, W/E, $\sqrt{W/R}$, etc.

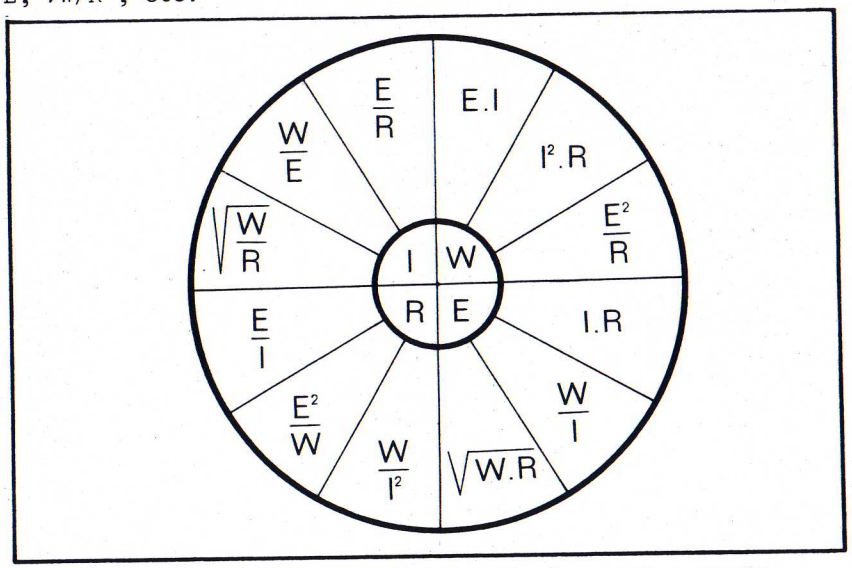


Fig. 7.E - Círculo de las fórmulas fundamentales en CC.

De ninguna manera debe memorizarse el contenido del círculo de la Fig. 7.E. Su finalidad práctica debe ser la de servir de comprobante de que se saben deducir las fórmulas contenidas mediante la substitución de valores por sus equivalentes en la fórmula de la Ley de Ohm y de la potencia.

[9]Potencia convertida en calor en una resistencia y su disipación. A-B-C

La Ley de Ohm dice que en un circuito resistivo E = I.R y si en la fórmula básica de la potencia W = E.I se substituye E por su valor I.R, se obtiene W = I.R.I = I^2.R y como la energía se convierte en calor cuando la corriente circula por una resistencia, resulta que la potencia en vatios convertida en calor en una resistencia es igual al producto de su valor óhmico (ohmios) por el cuadrado del valor de la intensidad (amperios) que circulan por la misma.

En R1 del circuito A de la Fig. 3.E, la potencia convertida en calor es 0,1 x 0,1 x 50 = 0,5 vatios o 500 milivatios. En R1 del circuito B de la misma figura, la potencia disipada en calor será de

0,1 x 0,1 x 10 = 0,1 vatios = 100 mW.

Cuanto mayor es la potencia que una determinada resistencia se ve obligada a transformar en calor, más se calienta, más sube su temperatura al paso de la corriente y, naturalmente, esto tiene un límite más allá del cual el resistor se quema e inutiliza o, al menos, se altera su valor.

El valor máximo de potencia que puede disipar en calor un determinado resistor sin que se altere su valor o su constitución, sin que se caliente excesivamente ni se queme, constituye su DISIPACION siempre proporcional al VOLUMEN físico del componente, cualquiera que se su valor óhmico. Cuanto mayor es el tamaño de un resistor, más elevada es su disipación en vatios.

La mayor importancia de la disipación como característica física del componente resistor es que impone un límite a la intensidad de corriente que puede circular a través del resistor sin causarle perjuicio, puesto que $W = I^2.R$. El poder disipador de un resistor puede aumentarse mediante la ventilación o refrigeración del mismo por aire forzado (ventilador en los circuitos de potencia de los transmisores, siendo la válvula o el transistor final quienes hacen de resistores).

Principales clases de resistencias C

Como componentes, las resistencias reciben frecuentemente el nombre de "resistores" que pueden clasificarse en razón de sus características técnicas y en razón de sus características constitucionales.

Por sus características técnicas:

Resistencias fijas, ajustables y variables - Las primeras presentan un valor óhmico invariable expresado en el propio componente mediante el código de colores (tres franjas o puntos de color), suelen tener forma cilíndrica y su tamaño depende de la disipación, con valores de 1/4, 1/3, 1/2, 1 y hasta 3 vatios. Las segundas permiten un ajuste fijo de su valor óhmico, de una vez para siempre, por medio de una abrazadera móvil en contacto deslizante sobre una pista circular (Fig. 8.E-B) y las terceras, conocidas también como "potenciómetros" permiten el ajuste del valor óhmico de forma continua y en cualquier momento mediante un eje de mando (Fig. 8.E-C). El mando de volumen de cualquier receptor de radio es un resistor de esta última clase. La simbología gráfica distingue asimismo a estas tres clases de resistores, según puede verse en la propia figura 8-E.

Por sus características físicas o constitucionales:

Resistencias de carbón y bobinadas - La mayoría de resistores utilizados en los circuitos electrónicos están constituídos por polvo

de carbón mezclado con un aglomerante y puesto al horno tras haberle dado una forma cilíndrica de pequeñas dimensiones con alambres unidos a sus extremidades (Fig. 8.E-A). Si el aglomerado de carbón se deposita sobre una pequeña forma cilíndrica aislante de vidrio o cerámica, en lugar de ser macizo, la resistencia es de película de carbón.

La resistencia bobinada está constituída por un cilindro aislante, cerámica o vidrio, sobre el que se realiza un devanado de hilo conductor de muy alta resistividad (resistencia por unidad de longitud) generalmente de nicromo o aleación básica de cromo y níquel. Por lo general estas resistencias bobinadas pueden soportar mayores temperaturas y consecuentemente toleran mayores intensidades de corriente que las resistencias de carbón; suelen tener mayor tamaño y su precio es más elevado (parte inferior de la Fig. 8.E-B).

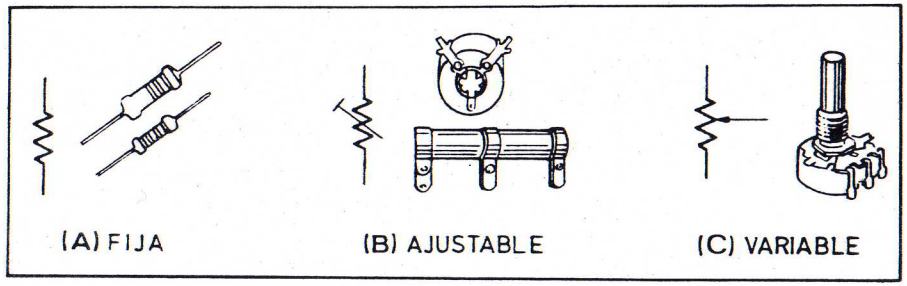


Fig. 8.E - Clases de resistores.

Clases A y B

- *Magnetismo - [4]Imanes permanentes - Campo y flujo magnético - Unidades - Electromagnetismo - [3]Solenoides - [5]Electroimanes - Tensiones y corrientes inducidas.*
- *[1].[2]Autoinducción e inducción mutua: Unidades - Efectos en la apertura y cierre de un circuito - Efectos de la chispa - Antiparasitos.*

Clase C

- *[1]Autoinducciones: propiedades - [2]Unidades - [3]Bobinas con y sin núcleo magnético - [4]Imanes - [5]Electroimanes y relés.*

Magnetismo A-B

Propiedad que poseen ciertos materiales llamados "magnéticos" entre los que están el hierro y el acero y mediante la cual estos materiales son capaces de ejercer una fuerza mecánica de atracción o repulsión sobre otras masas próximas de material también magnético y de engendrar fuerzas electromotrices por inducción sobre un con-

ductor próximo siempre que se dé la condición de movimiento relativo de uno respecto al otro. La fuerza del magnetismo obliga a los cuerpos magnetizados a orientarse respecto al eje de la Tierra si se les deja girar libremente (brújula).

Imanes permanentes — A-B-C

Imán es toda aquella substancia capaz de presentar magnetismo.

Los imanes pueden ser naturales o artificiales. Los primitivos griegos descubrieron que cierta piedra que abundaba en las proximidades de Magnesia, ciudad de Asia Menor, presentaba la propiedad de atraer al hierro. Dada su procedencia, se llamó a esta piedra "magnetita" popularizándose luego bajo el nombre de "piedra imán" y constituyendo los imanes naturales.

Más adelante el hombre descubrió que si una pieza de acero se frota con una piedra de magnetita, siempre en un mismo sentido, la primera adquiere las propiedades magnéticas, lo que igualmente ocurre con el acero endurecido o con otras aleaciones descubiertas posteriormente por el hombre para aprovechar mejor las cualidades magnéticas, como el álnico, dando lugar a los imanes artificiales.

Los imanes artificiales pueden ser temporales o permanetes. Son temporales los que pierden sus cualidades magnéticas tan pronto como deja de actuar en ellos la fuerza magnetizante, como ocurre con el hierro dulce. Son permanentes aquéllos que retienen sus propiedades magnéticas durante largo tiempo, como el acero endurecido o el álnico.

Campo y flujo magnético - Unidades — A-B

El espacio que rodea a un imán y en el que éste ejerce su influencia se denomina "campo magnético".

Este campo está constituído por multitud de "líneas de fuerza" que pueden ser observadas si se dispone de una pieza de vidrio o de papel sobre una barra imantada y por encima de la misma se espolvorean limaduras de hierro. Las limaduras quedan adheridas al imán dibujando una forma peculiar por concentración en las extremidades de la barra (Fig. 9.E-A), extremidades que reciben el nombre de "polos" del imán. Como sea que si la barra imán se suspende o dispone de manera que pueda girar libremente se orienta siempre en la dirección Norte-Sur, se denomina polo norte al extremo del imán que apunta a dicho polo geográfico y polo sur al extremo del imán que señala este punto cardinal.

Si se sitúa una pequeña brújula en las inmediaciones de un imán, la aguja de aquélla queda siempre alineada en un mismo sentido, como indica B de la Fig. 9-E, lo que permite el trazado de las líneas

de fuerza y una anotación convencional de su sentido: se supone que emanan del polo norte del imán, transcurren por el espacio que le rodea y entran de nuevo por el polo sur, circulando en dirección sur-norte por el interior del imán.

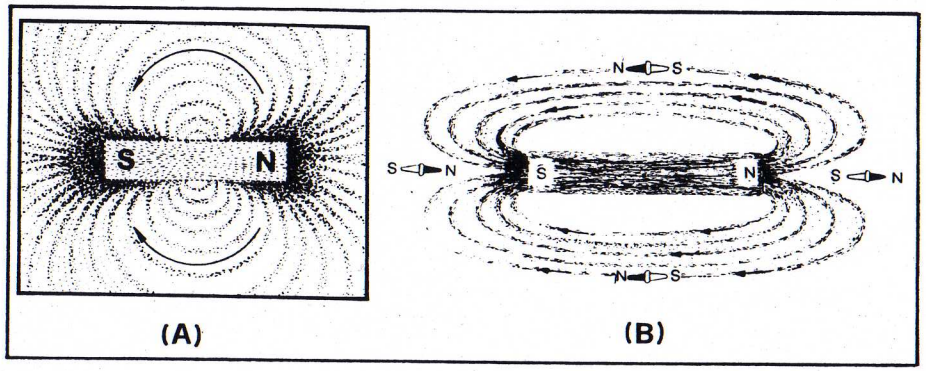


Fig. 9.E - Campo magnético creado por las líneas de fuerza.

Las características atribuídas a las líneas de fuerza definen el campo magnético y permiten explicar muchos fenómenos de electromagnetismo, siendo principalmente las siguientes:

1) Siempre son líneas continuas de recorrido cerrado
2) Se repelen mutuamente las líneas de fuerza paralelas y del mismo sentido; si transcurren en sentido contrario, tienden a unirse para formar una sola línea de fuerza cuyo sentido queda determinado por los polos magnéticos puestos en presencia.
3) Tienden a ser lo más cortas posible, pero el camino más corto para ellas no siempre es la distancia más corta, sino aquél por el que hallan mayor facilidad de paso (permeabilidad).
4) Atraviesan cualquier clase de materiales, sean o no magnetizables. No existe el "aislante" en magnetismo.

Unidades

A la totalidad de las líneas de fuerza que rodean a un imán se le llama FLUJO MAGNETICO recibiendo el nombre de MAXWELL cada una de las líneas (así se dice "un flujo de tantos maxwells").

Al número de líneas de fuerza que atraviesan cada centímetro cuadrado del plano perpendicular a las propias líneas se le denomina DENSIDAD DE FLUJO y se mide en GAUSS, siendo éstos, evidentemente, el número de líneas o maxwells por centímetro cuadrado.

Debemos tener presente que, aun cuando se hable de "flujo magnéti-

co", el magnetismo no es una corriente de partículas en movimiento, como se supone que es la electricidad, el flujo electrónico, sino simplemente una fuerza ejercida a través del espacio.

Electromagnetismo A-B

El electromagnetismo es la parte de la Física que estudia las acciones y reacciones de las corrientes eléctricas sobre los imanes y viceversa, o lo que es lo mismo, el magnetismo producido por una corriente eléctrica en vez de por un imán permanente.

El desplazamiento de electrones no sólo es capaz de producir calor, luz y alteraciones químicas, sino que también crea magnetismo. Toda corriente eléctrica da lugar a un campo magnético alrededor del conductor por el que circula (y lo hace de la manera indicada en la Fig. 10.E-A según demuestra las direcciones que toma la aguja de una brújula sensible situada en las proximidades del conductor).

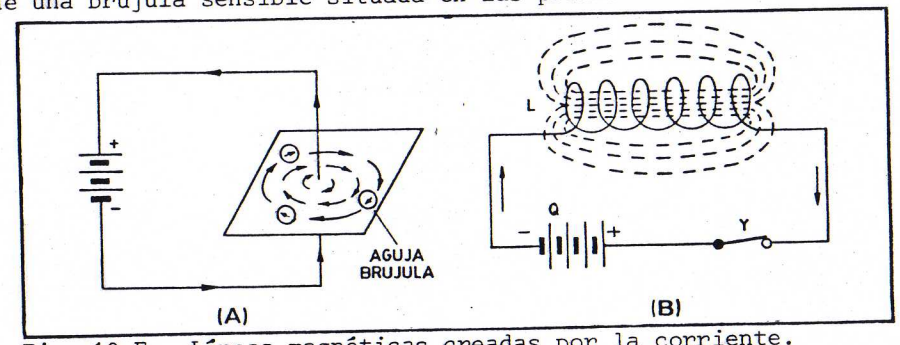


Fig. 10.E - Líneas magnéticas creadas por la corriente.

Las líneas de fuerza magnética se esparcen bajo la forma de círculos concéntricos transversales alrededor del eje del conductor al que encierran en el interior de una especie de tubo invisible. El campo nace y se esparce hacia el exterior en cuanto comienza a circular la corriente; se mantiene invariable mientras circula una intensidad estable y se contrae y desaparece en cuanto cesa la circulación de corriente. El campo aumenta si se incrementa la intensidad y disminuye si lo hace también la intensidad de la corriente.

Si el conductor tiene forma rectilínea, la energía magnética del campo creado por la corriente que circula por el mismo es ínfima y pasa desapercibida, pero si el conductor toma la forma de solenoide, devanado o bobina, el campo alrededor de cada espira influencia a las demás y su fuerza se intensifica hasta el extremo de afectar a cualquier conductor próximo. Tanto en el caso del conductor como en el de la bobina, la energía del campo magnético ha sido suministrada por la batería o fuente que provoca la circulación de la corriente eléctrica.

La energía almacenada en el campo magnético creado por la corriente no se disipa o pierde en calor como ocurre cuando la corriente circula por una resistencia, sino que queda en reserva y es devuelta al circuito en cuanto cesa de circular la corriente. No se pierde, excepto por el ínfimo valor que pueda alcanzar la inevitable resistencia del conductor recto o en forma de bobina.

Los fenómenos electromagnéticos son reversibles: tanto si el conductor se desplaza y corta las líneas de fuerza de un campo magnético estable como si el conductor permanece inmóvil y se ve cortado por las líneas de fuerza de un campo magnético variable, se engendra en él una fuerza electromotriz (principio de los generadores electromagnéticos, dínamos y alternadores).

[3]Solenoides (Bobinas con y sin núcleo magnético) A-B-C

Solenoide es el circuito eléctrico formado por un conductor arrollado en hélice de poco paso y cuyo extremo vuelve hacia atrás en línea recta paralela al eje de la hélice. En otras palabras, solenoide es toda bobina de conductor eléctrico devanada de forma tradicional, con espiras poco o nada separadas pero rigurosamente aisladas entre sí.

Cuando la corriente eléctrica circula por el solenoide, la mayor parte de las líneas de fuerza del campo magnético creado se concentran en el interior de la bobina y su núcleo, en donde la densidad de flujo es máxima (el campo toma la forma mostrada en B de la figura 10.E)

Bobinas con y sin núcleo magnético C

Si una bobina (como la de la Fig. 10-E) tiene una sección de 2 cm^2 y por su interior transcurren 20 líneas de fuerza, la densidad de flujo en ese espacio interior, conocido como "núcleo de aire", será de 20/2 = 10 líneas/cm^2.

Si en el interior de la bobina se introduce un núcleo ferromagnético, conservando igual intensidad de corriente circulante, las líneas de fuerza se concentran en el mismo todavía más y su número aumenta significativamente, digamos que a 40.000 líneas, con lo que la densidad de flujo pasará a ser de 40.000/2 = 20.000 líneas/cm^2

A la relación entre la densidad de flujo con núcleo férrico y con núcleo de aire (que es lo mismo que sin núcleo), en la misma bobina y con igual corriente, se le llama permeabilidad. En el ejemplo anterior la permeabilidad del núcleo férrico empleado será de 20.000/10 = 2.000.

La permeabilidad de los núcleos ferromagnéticos varía con la corriente que circula por la bobina. Con intensidades débiles, cada

aumento de corriente significa un aumento proporcional de la densidad de flujo, pero cuando las intensidades son elevadas, llega un momento en que al aumento de corriente ya no corresponde un aumento proporcional y significativo del flujo. Cuando esto ocurre, se dice que el núcleo está "saturado", situación parecida a la de una esponja empapada totalmente de agua y que por esta causa ya no puede absorber más líquido. La saturación se traduce, evidentemente, en una rápida disminución de la permeabilidad del material ferromagnético. El aire, como núcleo, no llega a saturarse nunca.

El fenómeno de la saturación se aprovecha en aparatos estabilizadores automáticos de la tensión de red.

Las propiedades magnéticas o INDUCTANCIA de una bobina con núcleo depende:

1) de la permeabilidad del núcleo utilizado;
2) del número de espiras
3) de la longitud de la bobina
4) de la sección o diámetro de la bobina

Si se altera cualquiera de estas características, cambia el valor de la inductancia.

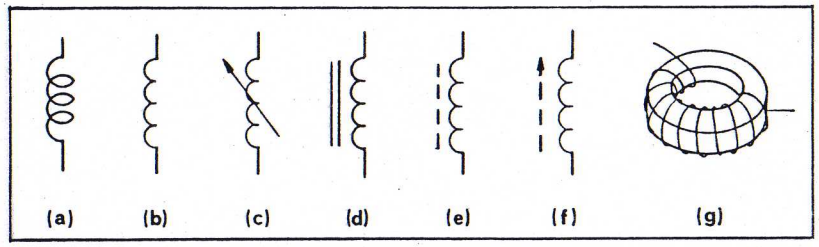


Fig. 11.E - Símbolos de la bobina y núcleo toroidal (g).

Si se añade a la bobina un núcleo de hierro o de ferrita, la permeabilidad (y la inductancia) aumentan. Si se utiliza un núcleo férrico movible (roscado, por ejemplo) la inductancia no sólo aumenta de valor sino que éste último puede variarse a voluntad, entre ciertos límites, introduciendo más o menos el núcleo en el interior de la bobina. Si como núcleo se utiliza una substancia diamagnética (que rechaza las líneas de fuerza y por lo tanto con una permeabilidad de valor inferior a la unidad) el efecto es opuesto al de los núcleos ferromagnéticos y la inductancia de la bobina disminuye con su presencia o a medida que se va introduciendo en el interior del solenoide.

La simbología mayormente utilizada para las bobinas o inductancias está mostrada en la Fig. 11.E, en la que a indica el símbolo antiguo en desuso actualmente; b el símbolo actual para la bobina

con núcleo de aire; c la bobina de inductancia variable; d la bobina con núcleo de hierro; e la bobina con núcleo ferromagnético -ferrita- y f la bobina con núcleo de ferrita deslizante, generalmente roscado. La bobina toroidal g tiene gran importancia en la actualidad, estando constituída por un núcleo de ferrita que tiene la forma de un toroide o corona circular sobre el que se devanan una o más capas de espiras transversales, como está mostrado en la figura Al tratarse de un núcleo circular, cerrado, mantiene todas las líneas de fuerza en su interior sin que haya dispersión de las mismas, por lo que no precisa de blindaje y es altamente eficiente.

[5]Electroimanes (y relés) A-B-C

El electroimán es un dispositivo que se fundamenta en el electromagnetismo controlado. Está constituído por una bobina o solenoide en cuyo interior se halla dispuesto un núcleo de hierro dulce laminado, de manera que se convierte en un imán únicamente cuando circula la corriente por el devanado de la bobina, puesto que el hierro dulce apenas presenta retentividad magnética, y deja de serlo en cuanto se interrumpe dicha corriente.

Los electroimanes se construyen en una gran variedad de formas y tamaños. Los mayores tienen una fuerza tremenda y se utilizan como cabezales de grúas para la carga, descarga y traslado de grandes masas de hierro, chatarra y manufacturas metalúrgicas. En el electroimán están fundamentados dispositivos de tan gran utilidad como el timbre eléctrico, el disyuntor y el relé electromagnético.

Relés C

El relé es un dispositivo electromecánico fundamentado en la aplicación del electroimán para gobernar indirectamente los circuitos eléctricos mediante la transferencia de corriente eléctrica de uno a otro o a otros varios circuitos. Fundamentalmente es un interruptor o conmutador controlado por una corriente débil. Su aspecto físico y símbolo gráfico están mostrados en la figura (aquí en la Fig. 12.E).

El relé electromagnético se compone de:

1) Una bobina de excitación con núcleo de hierro dulce formando un electroimán que cuando se halla excitado es capaz de vencer la fuerza de retención de un resorte o muelle mecánico y atraer hacia sí a:
2) Una armadura móvil solidaria a uno, dos o más juegos de contactos eléctricos para los que existe una posición de reposo y una posición activada.

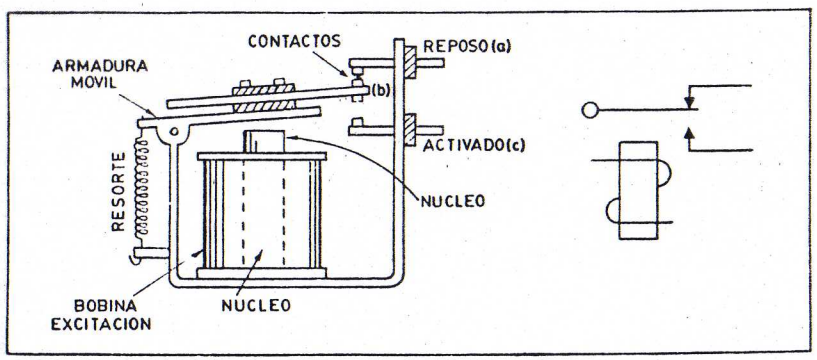


Fig. 12.E - El relé electromagnético y su símbolo gráfico.

3) Un resorte capaz de atraer con fuerza mecánica suficiente a la armadura para regresarla a la posición de reposo en cuanto deja de circular la corriente eléctrica por la bobina y cesa la influencia magnética.

El tipo más sencillo, como el mostrado en la figura 12.E tiene sólo un juego de contactos con sus dos posiciones "reposo" y "activado" y se le denomina de clase "normalmente abierto" porque así queda el circuito gobernado y unido a los contacto a y b cuando no circula corriente por la bobina de excitación.

En cuanto se aplica corriente a la bobina, se excita el electroimán y atrae a la armadura móvil que se desplaza hasta establecer contacto con el terminal "activo", cerrando automáticamente el circuito unido a los puntos b y c y dejando aislado al terminal a. La corriente que circula por la bobina, de excitación o mando del relé, nada tiene que ver con la que deba circular por los contactos a-b y b-c de los circuitos controlados, lo cual quiere decir que una débil corriente de excitación puede gobernar la circulación de una corriente muchas veces más intensa por los circuitos exteriores.

Tan pronto cesa la corriente de excitación, la armadura vuelve a su posición de reposo forzada por el resorte y el relé interrumpe el circuito b-c y restablece el circuito a-b.

Las características principales de todo relé son:

a) La corriente o la tensión de excitación.

b) La corriente o tensión máxima que pueden soportar los contactos de control.

c) La rapidez de apertura y cierre de contactos (décimas o centésimas de segundo).

d) La disposición de sus contactos en reposo (circuito abierto - circuito cerrado).

Tensiones y corrientes inducidas

A-B

La reversibilidad de los fenómenos electromagnéticos permite que en un determinado circuito (generalmente conteniendo una bobina o un solenoide) que no se halle unido directamente a ninguna fuente de fuerza electromotriz, puedan engendrarse tensiones y corrientes eléctricas "a distancia" cuando el mismo se ve sometido a la influencia de un campo magnético variable o cuando, a través de su movimiento, algún conductor o bobina del circuito corta las líneas de fuerza de un campo magnético estable. A estas tensiones provocadas a distancia por el campo magnético y a las corrientes que resultan de las mismas, se les llama INDUCIDAS.

La condición necesaria para que puedan producirse tensiones y corrientes inducidas es la de que VARIE el flujo magnético que corta a un conductor o bobina, bien por la alteración de la intensidad de corriente que circula por el mismo o bien por causa del movimiento del conductor en el campo magnético. No es suficiente la existencia de un flujo magnético para provocar una corriente inducida; es imprescindible la VARIACION DE FLUJO, sin la cual no se engendra ninguna f.e.m.

Cuando un conductor se desplaza a una velocidad constante a través de un campo magnético uniforme, se genera en el mismo un voltio de tensión por cada cien millones de líneas de fuerza cortadas en un segundo, de mandera que la tensión inducida puede expresarse matemáticamente por la fórmula:

$$V = \frac{\Phi}{t \times 10^8}$$

en la que Φ representa el flujo total, t el tiemo en segundos durante el cual tiene lugar el desplazamiento del conductor y V la fuerza electromotriz inducida en voltios.

La magnitud de la fuerza electromotriz o tensión inducida es directamente proporcional al número de líneas de fuerza magnética que corta el conductor por unidad de tiempo (Ley de la inducción o de Faraday).

Toda fuerza electromotriz inducida se opone siempre a la causa que la produce, de manera que su polaridad siempre es tal que tiende a dar lugar a una corriente inducida cuyo propio campo magnético engendrado sea opuesto (polos cambiados) respeco al que la produjo (Ley de Lenz).

1.2 Autoinducción e inducción mutua: unidades A-B-C

Autoinducción es la propiedad determinante de la fuerza electromotriz inducida en las propias espiras de una bobina cuando la corriente que circula por la misma sufre variaciones (y por lo tanto el flujo magnético engendrado y que corta a sus propias espiras es variable). Según la Ley de Lenz, esta tensión inducida en las propias espiras debe ser de polaridad opuesta a la de la fuente que alimenta a la bobina, por lo que recibe el nombre de "fuerza contraelectromotriz" respecto al circuito en sí y, consecuentemente, tiende a limitar la corrinte que circula por el mismo.

Inducción mutua es la propiedad determinante de la producción de una tensión en un circuito por la variación de corriente (y por lo tanto de flujo magnético) en un circuito o bobina próximo y que influencia al primero aun cuando no existe ninguna conexión directa entre ambos.

El circuito de la Fig. 10.E servirá para ilustrarnos acerca de los fenómenos y las propiedades de la autoinducción de las bobinas.

Tan pronto como se cierra el interruptor Y, circula una corriente en el sentido indicado por las flechas. En el instante del cierre del interruptor, la intensidad de la corriente pasa de cero a un valor máximo y otro tanto hace el campo magnético creado en cada espira de la bobina. Al desarrollarse este campo, todas las demás espiras se ven cortadas por sus líneas de fuerza y como la generación del campo magnético tendrá igualmente lugar en dichas demás espiras, todas ellas se verán cortadas por un flujo momentáneamente variable. Cada espira desarrollará en las demás una f.e.m. que aparecerá con una polaridad opuesta a la de la batería que alimenta al circuito y que por este hecho se opondrá a la acción de la misma, retrasando el momento en que la corriente del circuito alcance su máxima intensidad.

Pocos instantes después la corriente habrá alcanzado el valor de intensidad que determina la Ley de Ohm ($I = V/R$); el flujo magnético quedará estabilizado y al no experimentar variaciones desaparecerá la fuerza contraelectromotriz inducida. La existencia del campo magnético estable significa el depósito o almacenamiento en la bobina de una energía potencial.

En el instante en que se abra el interruptor Y, cesará la circulación de corriente y su intensidad tenderá a descender hasta cero. Pero este descenso significará una nueva variación del campo magnético esta vez en sentido contrario al anterior, disminuyendo el campo hasta su desaparición. Nuevamente tendrá lugar una autoinducción en las propias espiras de la bobina, pero como ahora el flujo será descendente, la tensión inducida aparecerá con la misma polaridad de la

batería, oponiéndose al cese de la corriente y prolongando su circulación unos instantes, hasta la total desaparición del campo magnético. La energía almacenada en el campo magnético se habrá reintegrado al circuito.

Consecuentemente, la autoinducción obra en la bobina como UNA OPOSICION A CUALQUIER ALTERACION DE LA CORRIENTE: si ésta tiende a aumentar, la f.c.e.m. inducida se opone al aumento; si la corriente tiende a disminuir, la f.c.e.m. inducida se opone a su desaparición y prolonga su existencia.

La autoinducción ejerce una acción evidentemente estabilizadora: le molestan y rechaza los cambios, las variaciones de corriente en uno u otro sentido, sólo las variaciones y no la corriente estable en sí y es la responsable de que transcurra cierto tiempo (fracción de segundo) desde el instante en que se cierra el interruptor Y hasta el instante en que la intensidad alcanza su valor máximo normal según la Ley de Ohm; el mismo tiempo que transcurre desde que se abre el interruptor Y hasta que cesa totalmente la corriente y que puede medirse y se determina por la llamada CONSTANTE DE TIEMPO.

La autoinducción es comparable al volante de inercia de los motores en su función reguladora de la marcha: inicialmente presenta una oposición al giro, pero una vez embalado, se opone al cese del movimiento o a toda variación del mismo.

Todo lo dicho lleva a las cinco conclusiones siguientes acerca de la autoinducción, básicamente muy importantes en radio:

1) Cualquier corriente eléctrica produce siempre un campo magnético, especialmente notable si dicha corriente recorre las espiras de una bobina o solenoide.

2) El fenómeno es reversible, puesto que si un campo magnético variable corta a un conductor eléctrico, desarrolla en él una f.e.m. inducida que da lugar a la circulación de una corriente si el conductor forma parte de un circuito cerrado.

3) Las tensiones y corrientes inducidas se oponen siempre a la causa que las produjo (Ley de Lenz).

4) La bobina no se comporta como una resistencia, puesto que ésta es un elemento disipador y la bobina es un elemento conservador que devuelve la energía en el momento oportuno, siguiendo las variaciones de la corriente.

5) No puede evitarse que la bobina, al estar constituída por un conductor, presente cierto valor de resistencia óhmica en la que se disipará algo, muy poco pero algo, de la energía.

Cuando dos bobinas se hallan situadas de manera que el flujo magnético creado por la primera corta las espiras de la segunda, existe una influencia o inducción mutua entre ellas cuya acción y efecto es fundamentalmente el mismo que en la autoinducción pero con la diferencia de que ésta es propiedad de una sola bobina y la inductancia mutua es propiedad exhibida por dos o más bobinas magnéticamente influenciadas o acopladas entre sí, como las mostradas en la figura (aquí Fig. 13.E). La inductancia mutua se designa simbólicamente por la letra M.

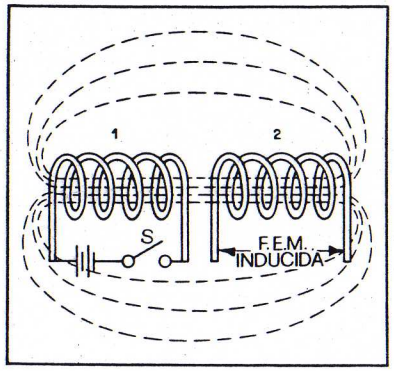


Fig. 13.E - Inducción mutua.

La f.e.m. inducida en la bobina secundaria (2) depende de las mismas características que dan lugar a la autoinducción de la bobina 1 o primaria, a las que se añade el coeficiente de acoplamiento K, término nuevo que depende de la distancia que separa a las dos bobinas y de la posición relativa de los respectivos ejes. En otras palabras, el coeficiente de acoplamiento K es la parte del flujo del primario que llega a cortar las espiras del secundario. Evidenemente el valor de K siempre es inferior a la unidad, puesto que ésta representaría que todas las líneas de fuerza creadas en la bobina 1 cortan a las espiras de la bobina 2, lo cual es prácticamente imposible puesto que siempre existe cierta dispersión o pérdida de flujo.

Unidades - Tanto la autoinducción como la inducción mutua se miden por la unidad de inductancia que es el HENRIO (símbolo H). La inductancia es la propiedad de la bobina manifestada por la oposición a cualquier alteración de corriente y se simboliza por la letra L.

Una bobina (como la mostrada en la Fig. 14.E) tiene la inductancia de un henrio cuando al variar la intensidad de la corriente que recorre sus espiras a razón de un amperio por segundo, el valor de la fuerza contraelectromotriz autoinducida en sus espiras es de un voltio.

Entre dos bobinas acopladas existe la inducción mutua de un henrio cuando al circular por la primera una corriente que varíe a razón de un amperio por segundo, se genera en la segunda una f.e.m. de un voltio.

El henrio es una unidad demasiado grande para los usos prácticos por lo que normalmente se recurre a la utilización de sus submúltiplos, el milihenrio (mH) y el microhenrio (μH) que representan la

milésima y la millonésima parte del henrio.

Conviene que quede bien sentado que, como la resistencia, la inductancia es una magnitud de origen físico y como tal no necesita circulación de corriente para estar presente en los componentes, en las bobinas. Un simple conductor tiene siempre cierta inductancia, aun cuando ésta sea de ínfimo valor y pase desapercibida.

Sin embargo, el valor de la fuerza contraelectromotriz inducida u oposición a una determinada corriente variable no sólo depende de la inductancia sino, además, de las variaciones, del ritmo de las variaciones de corriente a que se vea sometida.

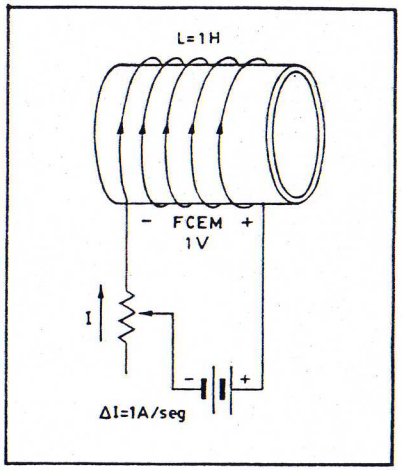


Fig. 14.E - Fundamento del Henrio.

Nunca deben confundirse los dos conceptos: la inductancia (henrios) o cualidad física propia de la bobina o componentes, y la f.c.e.m. autoinducida o f.e.m. inducida en una segunda bobina (voltios en ambos casos) que dependerá de la intensidad de corriente y de sus variaciones y, en el segundo caso, del factor de acoplamiento.

Los factores que contribuyen y determinan la inductancia de una bobina son: el número de espiras y su diámetro, la forma del devanado y el espaciado entre las espiras, la naturaleza del núcleo (aire, hierro, compuesto férrico, etc) y finalmente el "factor de forma" o relación diámetro/longitud de la bobina.

Efectos en la apertura y cierre de un circuito A-B

La energía almacenada en el campo magnético de una bobina a causa de su autoinducción, expresada en joules, es igual al producto de la mitad del valor de dicha autoinducción en henrios, multiplicado por el cuadrado de la intensidad que circula por la misma en amperios ($W = 1/2\ L\ .\ I^2$).

Cuando se abre un circuito que contiene autoinducción, se produce una brusca variación de corriente (a cero) a la que se opone toda la energía almacenada, con la consecuencia de la brusca aparición de una diferencia de tensión muy elevada entre los contactos del interruptor que interrumpe la circulación de la corriente, y como estos contactos apenas se han separado entre sí, salta entre ellos una descarga de la energía almacenada que toma la forma de una chispa denomina

da "chispa de apertura" que perfora el aire aislante que los separa. De acuerdo con la fórmula de la energía almacenada, esta chispa de apertura es tanto más intensa cuanto mayor es la inductancia y, sobre todo, cuanto mayor es la corriente que circulaba por el circuito (puesto que la energía aumenta con el cuadrado de la misma).

Cuando se cierra un circuito que contiene autoinducción, la intensidad de corriente tarda un cierto tiempo en alcanzar su valor normal de regimen por cuanto halla la oposición que ofrece a su variación o crecimiento, en este caso, la creación de la energía que quedará almacenada en la autoinducción.

Efectos de la chispa A-B

El transitorio inductivo conocido como "chispa de apertura" tiene dos efectos perjudiciales:

1) Produce el desgaste prematuro de los contactos entre los que tiene lugar la chispa al someterlos a una temperatura muy elevada, aunque sólo sea instantánea.

2) Genera señales parásitas interferentes de radiofrecuencia que cubren una amplia gama del espectro de la radio, pudiendo llegar a impedir toda recepción de señales a lo ancho de toda una banda si la chispa es continua. Cuanto mayor es el arco o chispa, mayor es la interferencia causada.

Un tercer efecto ocasional puede ser la rotura e inutilización del aislamiento entre las espiras del propio devanado cuya autoinducción produce la sobretensión.

Antiparásitos A-B

Se entiende por "parásito" cualquier silbido, chirrido o sonido no inteligible que tiende a interferir la recepción, utilización o percepción de señales o sonidos inteligibles o deseados,y que pueden ser debidos a tormentas eléctricas (chispas atmosféricas) o bien a dispositivos eléctricos defectuosos en las inmediaciones, como en el caso de las señales generadas por la chispa de apertura o de cualquier clase.

Antiparásitos son los componentes o redes de componentes utilizados para la anulación o reducción de los efectos de los parásitos. En el caso de los efectos de las chispas menores (de ruptura, entre contactos) los antiparásitos empleados son, generalmente:

1) Condensadores conectados entre los contactos o de cada contacto a masa o tierra.

2) Redes generalmente formadas por condensadores y resistores en serie con los mismos al objeto de amortiguar y absorber las corrientes excesivas capaces de producir una chispa interferente.

3) Dispositivos semiconductores (diodos varistores) con lo que se aprovecha su resistencia no lineal en función de la tensión. La resistencia de los varistores se reduce cuando aumenta la tensión aplicada, de forma que pueden derivar la corriente o energía en cuanto la tensión sobrepasa el valor normal o de seguridad.

Clase A - B

Capacidad eléctrica - [3]Unidades - [1].[4]Condensadores: diversos tipos - [2]Carga y descarga de un condensador - Energía almacenada - Rigidez dieléctrica - Tensión de trabajo y de prueba de un condensador - Asociación de condensadores - Drenajes.

Clase C

[1]Condensadores eléctricos - [2]Carga y descarga - [3]Unidades de capacidad - [4]Principales clases de condensadores.

Capacidad eléctrica A-B

Capacidad significa "espacio hueco de alguna cosa suficiente para contener otra u otras" y capacidad eléctrica es la propiedad que tienen los conductores de almacenar o contener cargas eléctricas, especialmente cuando se hallan muy próximos pero separados por un aislante.

La capacidad eléctrica se define como la relación entre la carga suministrada a un cuerpo y el potencial que éste adquiere. Su símbolo es C y su expresión matemática es $C = Q/V$.

Esta capacidad "electrostática" no debe confundirse con la "capacidad de corriente" propia de los generadores (en especial de las pilas y los acumuladores).

[3]Unidades A-B-C

La unidad internacional y fundamental de capacidad es el FARADIO (símbolo F) y es la capacidad de un cuerpo neutro que al serle transferida la carga de un culombio adquiere el potencial de un voltio:

$$C\ (\text{faradios}) = \frac{Q\ (\text{culombios})}{V\ (\text{voltios})}$$

Como el faradio es una unidad extremadamente grande para el uso práctico, se emplean el microfaradio (millonésima parte) el micromicrofaradio o picofaradio (billonésima parte) y el nanofaradio (mil picofaradios).

El concepto de la capacidad eléctrostática y de su medida resultará claro a través del supuesto de tres depósitos de agua de dimensiones diferentes a los que, sucesivamente, se vierte una misma cantidad de agua, 100 litros por ejemplo. En el primero el nivel del agua alcanza los 2 metros de altura; en el segundo el nivel llega a los 4 metros de altura y en el tercero el nivel llega a los 6 metros. Para cada uno de los tres depósitos podrá establecerse una relación entre la cantidad de agua vertida, los 100 litros, y el nivel alcanzado, de manera que C1 = 100/2 = 50 unidades de capacidad; C2 = 100/4 o 25 unidades de capacidad y C3 = 100/6 = 16,6 unidades de capacidad. Evidentemente estas relaciones no dejan de darnos idea de la cabida de cada depósito que podría compararse con la capacidad unidad que sería la de aquél depósito que al verterle un litro de agua el nivel de ésta alcanzara un metro de altura, por ejemplo.

1.4 Condensadores: diversos tipos — A-B-C

El condensador eléctrico es un componente fundamentalmente destinado a almacenar o contener una reserva de electricidad o de electrones, aun cuando pueda cumplir una amplia variedad de funciones en los circuitos eléctricos, de igual manera que una presa construída sobre el lecho de un río almacena y conserva el agua o las partículas de agua que luego pueden utilizarse para riego, fabricación de electricidad, mover molinos, etc.

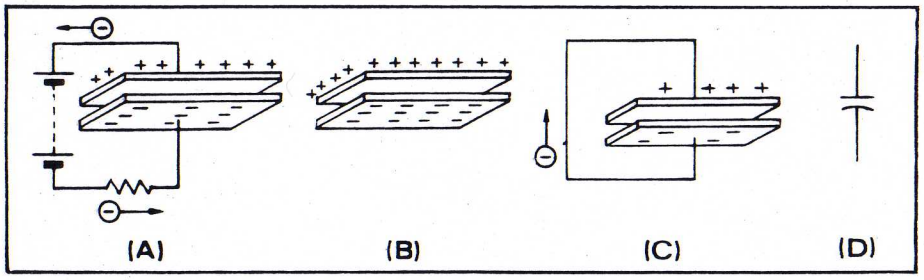


Fig. 15.E - Condensador eléctrico elemental y su símbolo gráfico.

En su expresión más simple, el condensador está constituído por dos o más placas de metal o de otro material conductor dispuestas la una frente a la otra, con sus superficies encaradas a corta distancia y separadas por un material aislante cualquiera, que muy bien puede ser el aire, y que recige el nombre de dieléctrico, según muestra la figura (aquí la Fig. 15.E) **junto con el símbolo esquemático empleado.**

Los electrones procedentes de una fuente cualquiera pueden quedar temporalmente almacenados en estas placas si una se carga con ellos y la otra con iones o cargas positivas, gracias al poder de atracción que ejercen las cargas de distinto signo, estableciéndose una diferencia de tensión entre las placas,y ser recuperados, los electrones, tras unos microsegundos o tras muchas horas.

Las características esenciales de todo condensador son dos: su capacidad y su tensión máxima de trabajo. La primera depende de la extensión y número de placas enfrentadas, separación entre las mismas, a menor separación mayor capacidad, y de la clase de dieléctrico empleado. La segunda depende de la naturaleza del dieléctrico y de la separación que mantienen sus placas.

Como componentes, los condensadores pueden clasificarse en dos familias: los de capacidad variable y los de capacidad fija.

Capacidad variable - Clase integrada por los condensadores de sintonía y por los condensadores de ajuste.

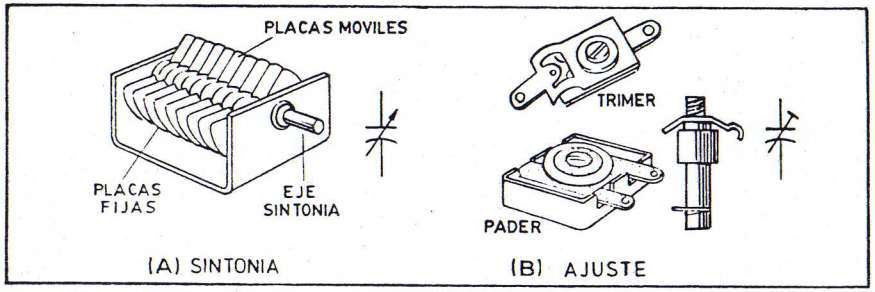


Fig. 16.E - Condensadores de capacidad variable.

El condensador de sintonía suele tener dieléctrico de aire (raramente de mica) y consta de un juego de placas metálicas solidarias a un eje de giro y por lo tanto móviles, que se introducen entre las placas de un juego igual pero fijo, haciendo que el condensador presente más o menos capacidad según que las placas móviles se hallen más o menos introducidas entre las fijas, según sea la cantidad de superficie de ambas enfrentada. Su aspecto genérico y su símbolo gráfico están mostrados en A de la Fig. 16-E. A veces se montan dos o más de estos condensadores sobre un mismo eje, recibiendo entonces el nombre de "tandem" (doble, triple, de cuatro secciones, etc.).

Los condensadores de ajuste obtienen la variación de capacidad mediente un tornillo que aproxima o separa la placa o placas metálicas móviles de las fijas, valiéndose de la propia elasticidad de las primeras y hallándose separadas entre sí por delgadas hojas de mica (Fig. 16.E-B). Si la capacidad máxima no sobrepasa los 30 picofaradios, se les llama "trimer" y si es de capacidad superior, "pader".

Un segundo tipo, conocido como "de pistón", se fundamenta en el deslizamiento a rosca de un émbolo por el interior de un cilindro, ambos metálicos y aislados entre sí por una delgada capa de barniz o pintura aislante que sirve de dieléctrico. El símbolo gráfico utilizado para los condensadores de ajuste está igualmente mostrado en B de la fi

gura 16.E.

Capacidad fija: Se dividen en dos grandes grupos: los condensadores de dieléctrico sólido y los condensadores electrolíticos. Los primeros, representado en la figura (aquí Fig. 17.E) suelen tomar el nombre de su dieléctrico y de su forma (poliester cilíndrico, cerámico disco, cerámico tubular, pastilla de mica plateada, etc.) y se representan gráficamente por el símbolo convencional.

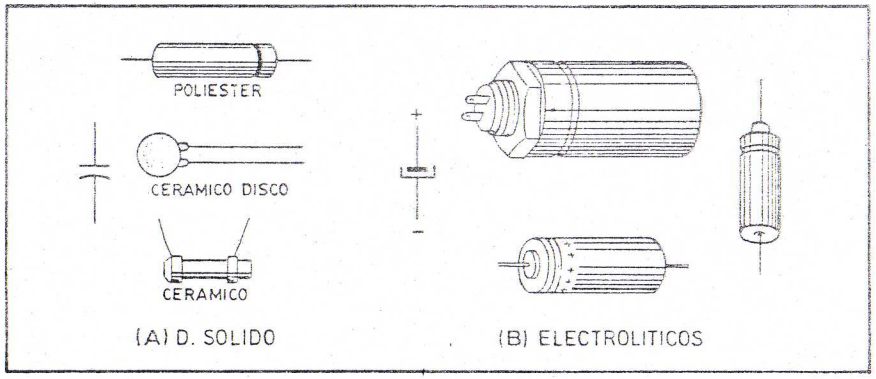


Fig. 17.E - Condensadores de capacidad fija.

Los condensadores electrolíticos son los de mayor capacidad por unidad de volumen y están constituidos por un dieléctrico pelicular depositado química o electroquímicamente sobre una de las caras de hojas de aluminio o de tantalio extremadamente delgadas, de manera que se obtiene un espesor mínimo de dieléctrico. El dieléctrico suele mantenerse húmedo y por ello van herméticamente encerrados en contenedores también de aluminio. Tienen la particularidad de estar POLARIZADOS, lo que obliga a que siempre deban conectarse en un mismo sentido (positivo a positivo y negativo a negativo). De aquí que su símbolo gráfico difiera del convencional, como está mostrado en la figura (aquí la Fig. 17.E-B).

Otros condensadores especiales por su uso son los de vacío (para muy alta tensión), los antiparasitarios, pasamuros, antichispa, de arranque, etc.

[2]Carga y descarga de un condensador A-B-C

Al conectar una fuente de tensión a las dos placas que forman el condensador mostrado en la figura A (aquí la Fig. 15.E-A) se produce una acumulación de electrones en la placa conectada al borne negativo de la fuente (placa inferior de la figura) al tiempo que los electrones de la placa superior son atraídos por el polo positivo de la fuente a la que se dirigen rápidamente, dejando esta placa con una carga positiva (iones positivos).

Si a continuación se desconecta la fuente o batería, la placa superior queda con su carga positiva (falta de electrones) y la placa inferior con su carga negativa (exceso de electrones) como muestra B. Las cargas se atraen por ser de signo contrario y establecen un campo de líneas de fuerza electrostática a través del dieléctrico por el que no pueden desplazarse por ser un aislante; en otras palabras crean una diferencia de potencial o una tensión eléctrica entre las placas y la electricidad suministrada por la batería viene a quedar almacenada en el condensador CARGADO, que devolverá su carga tan pronto como los electrones puedan disponer de un camino franco (conductor) que les permita pasar de la placa inferior a la superior para neutralizar allí a los iones positivos.

Uniendo las dos placas del condensador cargado por medio de un conductor, como en C, se produce una corriente instantánea de electrones, una DESCARGA del condensador hasta que se restablece el equilibrio, quedando el condensador nuevamente descargado, como al principio.

El condensador, al estar cargado, presenta entre sus placas la misma diferencia de potencial existente entre los bornes de la fuente que lo ha cargado y queda momentáneamente convertido en una fuente de tensión capaz de suministrar una corriente instantánea, de corta duración, puesto que no existe en él ninguna reacción química, como en la pila, capaz de mantener constante la f.e.m. o diferencia de tensión que aquí desaparecerá tan pronto como se hayan neutralizado las cargas a través del conductor exterior.

El propio símbolo del condensador señala con una línea o "placa" curvada la placa negativa o que regularmente debe quedar unida a masa para que el componente quede así "blindado" (con la placa exterior puesta a masa) y no pueda sufrir influencias inductivas o capacitivas de otros componentes próximos.

Por muy rápidas que sean, ni la carga ni la descarga del condensador ocurren instantáneamente, sino que se llevan algún tiempo (ínfimo, pero alguno) y tampoco tienen lugar de forma lineal sino exponencial, es decir, muy deprisa al principio y más lentamente hacia el final, como nos muestra la correspondiente figura (aquí Fig. 18.E).

Recibe el nombre de CONSTANTE DE TIEMPO RC el tiempo que tarda el condensador en adquirir el 63% de su carga total o en descargarse hasta el 37% de su carga total, constante que es de gran interés en los circuitos electrónicos. Se precisan cinco constantes de tiempo para una carga completa (al 100%) y otro tanto para la descarga completa. La constante de tiempo en segundos es igual al producto de la capacidad en faradios por la resistencia del circuito de carga o de descarga en ohmios.

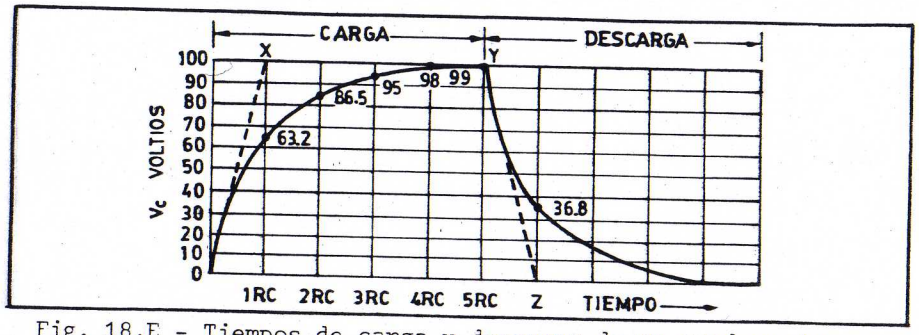


Fig. 18.E - Tiempos de carga y descarga de un condensador.

En los cálculos prácticos suele emplearse R en megohmios y C en microfaradios, para obtener la constante en segundos, o bien R en ohmios y C en microfaradios para obtenerla en microsegundos, o R en megohmios y C en picofaradios, para obtenerla igualmente en microsegundos.

La constante de tiempo puede definirse también como el tiempo que tardaría el condensador en cargarse totalmente o en descargarse completamente si se mantuviera la intensidad de corriente inicial durante todo el proceso, cosa que no ocurre así puesto que al irse cargando, por ejemplo, la diferencia de tensión con la fuente va disminuyendo y lo mismo la corriente.

En los circuitos electrónicos es frecuente que la constante de tiempo de carga de un condensador sea distinta a la constante de descarga del mismo condensador, por entrar en juego nuevos valores de resistencia, por ser distintos los circuitos de carga y descarga.

Energía almacenada A-B

El condensador adquiere una energía potencial durante la carga que devuelve luego durante la descarga en un proceso análogo al de un muelle mecánico (energía latente cuando el muelle está comprimido o dilatado). El valor de esta energía almacenada es igual al producto de la mitad de la capacidad por el cuadrado de la tensión adquirida entre las placas ($W = 1/2\ C\ .\ V^2$) obteniéndose W en julios cuando C viene en faradios y V en voltios.

Rigidez dieléctrica A-B

Tensión máxima que puede soportar un dieléctrico sin verse perforado por una chispa de ruptura del mismo que salte entre las dos placas del condensador y provocada por la diferencia de tensión entre las mismas.

Sea o no el aire, el dieléctrico es una substancia aislante y como tal está constituído por átomos con electrones fuertemente sujetos al núcleo dentro de sus órbitas. La presencia de una diferencia

de potencial entre las placas del condensador crea un campo eléctrico a cuya fuerza se ven sometidos los átomos del dieléctrico con el efecto de estirar o deformar las órbitas de los electrones. El límite de la resistencia de los electrones exteriores para romper su órbita, separarse del núcleo y emprender carrera hacia la placa positiva, recibe el nombre de "rigidez dieléctrica". Al descargarse el condensador y cesar el campo eléctrico, las órbitas de los electrones recuperan su forma normal, cual muelle mecánico que vuelve al estado de reposo después de haberse visto estirado.

Esto quiere decir que el condensador retiene la energía precisamente en su dieléctrico que hace las veces de muelle que se estira (durante la carga) y permanece estirado (cargado) para posteriormente recuperar su forma normal al ceder la energía almacenada (descarga).

Si la tensión que se ve obligado a soportar el dieléctrico resulta excesiva, llegan a liberarse electrones de las órbitas exteriores que salen disparados hacia la placa positiva dejando al dieléctrico ionizado y convertido en conductor tras la provocación de la chispa de ruptura entre las placas y quedar destruído el efecto de capacidad y el condensador en sí. El condensador se ha cruzado quedando permanentemente inutilizado por perforación del aislante, sin otra solución que reponerlo.

Tensiones de trabajo y de prueba de un condensador A-B

La tensión de trabajo de un condensador indica la diferencia de potencial máxima que puede quedar constantemente aplicada entre las placas del componente sin causarle perjuicio ni alteración de características. Es por lo tanto una limitación de las condiciones de trabajo, lo mismo que lo es la disipación para los resistores.

La mayoría de los condensadores suelen llevar indicada su tensión máxima de trabajo, bien en lenguaje claro, bien mediante el uso de códigos especiales de su fabricante. A mayor tensión de trabajo corresponde siempre un mayor volumen del condensador para una misma capacidad. A igualdad o pequeña diferencia de volumen, conviene siempre elegir el condensador con superior tensión de trabajo, puesto que aumenta su fiabilidad o seguridad de funcionamiento. En la práctica interesa siempre que la tensión nominal de trabajo sea, al menos, superior en un 50% a la tensión real de trabajo, para mayor seguridad.

La tensión de prueba de un condensador es aquélla a la que el fabricante asegura haber sometido al componente sin que se haya producido la ruptura de su dieléctrico y su valor siempre es superior al de la tensión de trabajo en el margen de seguridad que el propio fabricante considera adecuado.

Diferencias en la fabricación serie y en las condiciones ambienta-

les del lugar de trabajo del componente (humedad, temperatura, presión atmosférica, etc.) y que naturalmente el fabricante ignora, imponen el margen de seguridad que diferencia la tensión de prueba de la tensión de trabajo.

Asociación de condensadores

A-B

Los condensadores, al igual que las resistencias, pueden asociarse en serie, en paralelo y en las infinitas combinaciones a que puede dar lugar el montaje mixto, pero su resultado es inverso a aquéllas.

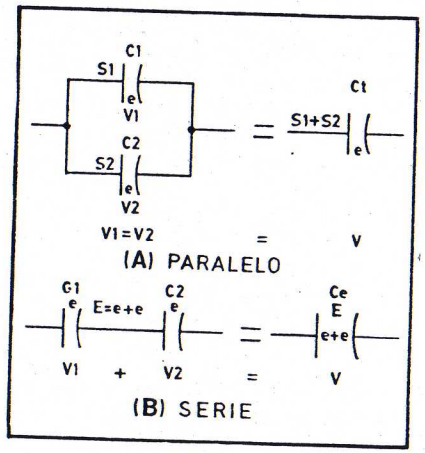


Fig. 19.E - Asociación de condensadores.

Los condensadores unidos en paralelo suman su capacidad y la asociación mantiene la misma tensión máxima de trabajo que la del condensador que la presente inferior de los que intervienen en el grupo.

La capacidad resultante de una asociación de condensadores en serie es igual a la inversa de la suma de las inversas de las capacidades individuales, y por lo tanto siempre inferior a la del condensador de menor capacidad que interviene en la asociación, pero la tensión de trabajo del grupo es la suma de las respectivas tensiones de trabajo de los condensadores empleados.

Si los condensadores de una serie son todos del mismo valor, la capacidad resultante es igual a la de uno de ellos dividida por el número de componentes empleados en la serie. Si la serie está compuesta de dos condensadores, la capacidad resultante es igual al cociente de su producto dividido por su suma.

Si los condensadores de una asociación en paralelo son de igual capacidad, la capacidad total será igual a n.C, siendo n el número de componentes empleados y C la capacidad de un solo condensador.

La Fig. 19.E es por demás elocuente respecto a la asociación de condensadores. La unión de los condensadores C1 y C2 en paralelo, como en (A), supuestos de igual capacidad, significa que la superficie de placas enfrentadas es doble que en un solo condensador, S=S1+S2, conservandose igual espesor de dieléctrico e. En consecuencia la capacidad se habrá doblado y Ct = C1 + C2. Pero la máxima tensión aplicable será la misma que la de un solo condenador, por la propia razón de que no ha variado ni la naturaleza ni el espesor del dieléctrico (V1 = V2 = Vparalelo).

La unión de dos condensadores iguales en serie, como en (B) de la misma figura 19.E equivale a proporcionar doble espesor e al dieléctrico o, lo que es lo mismo, a doblar la distancia de separación entre placas, con lo que la capacidad resultante o equivalente Ce se habrá reducido a la mitad. Pero la tensión aplicada, V, quedará dividida entre los dos dieléctricos en serie, de manera que Vs = V1 + V2.

La capacidad se habrá reducido a la mitad, pero la diferencia de tensión que podrá soportar el conjunto serie, su tensión de trabajo, será el doble de la tensión de trabajo de uno solo de los dos condensadores, iguales en este caso.

Al igual que en los resistores, la mayor utilidad práctica de la asociación de condensadores está en la obtención de valores de capacidad especiales o en la obtención de tensiones de trabajo más elevadas de lo que permitiría el uso de un solo componente de igual capacidad.

Drenajes

A-B

Drenar es "desaguar un terreno" y como drenaje o "bleeder" se designa al dispositivo de seguridad empleado para que los condensadores de elevada capacidad y alta tensión de trabajo en estado de reposo no puedan quedar cargados y con una tensión peligrosa que fortuitamente pudiera llegar a descargarse sobre el cuerpo humano.

El dispositivo consiste en una simple resistencia de valor elevado conectada exteriormente entre los terminales o placas del condensador (o entre placa positiva y masa) al objeto de que cuando el circuito deje de funcionar, el condensador pueda descargarse mediante una pequeña corriente a través de ella. Se la utiliza principalmente en paralelo con los condensadores de filtro (electrolíticos de elevada capacidad) que se hallan a la salida de las fuentes de alimentación de alta tensión y su valor suele calcularse en base a la circulación por la misma de un 10% de la corriente total suministrada por la fuente y de la disipación que ello represente (suelen ser resistores bobinados de gran tamaño).

Clase A-B

[1]Generación de tensiones y de corrientes alternas - [2]Periodo, frecuencia y fase - [3]Valores eficaces - [4]Potencia - Efecto de las autoinducciones y de las capacidades en corriente alterna - [5]Transformadores y autotransformadores - [6]Relación de transformación: precauciones.

Clase C

[1]Tensiones y corrientes alternas - [2]Periodo y frecuencia - [3]Valores eficaces - [4]Potencia en corriente alterna - [5]Transformadores y auto transformadores - [6]Relación de transformación.

[1]Generación de tensiones y de corrientes alternas

A-B-C

La corriente alterna es la que se obtiene de los generadores electromagnéticos denominados alternadores y que se caracteriza porque su tensión cambia de polaridad un cierto número de veces por segundo y consecuentemente la circulación de corriente por los conductores cambia de sentido igual número de veces. Se genera esta clase de corriente inducida cuando una o más espiras conductoras giran dando vueltas en el interior de un campo magnético uniforme producido por dos o más polos alternativamente dispuestos. La polaridad de la f.e.m. inducida depende entonces de la posición relativa de la espira y como ésta gira constantemente en el interior del campo, va adquiriendo polaridades alternas.

Cuando se piensa en una "corriente" de electrones o de gotas de agua, siempre se supone que estas partículas se desplazan en el mismo sentido. Así ocurre, en efecto, en un rio o en la corriente eléctrica suministrada por las pilas, acumuladores, baterías y dínamos, lo mismo que con la corriente de alimentación de los circuitos de los transmisores y receptores. Es la llamada corriente continua o CC.

Pero ésta no es la única clase de corriente que existe en electricidad. ¿Imaginamos lo que ocurriría con la corriente de un río si su nacimiento y su desembocadura cambiaran constantemente sus respectivas alturas? ¿Hemos contemplado alguna vez lo que ocurre en las rías en mares sujetos al flujo de las mareas?. Podemos comprobar fácilmente lo que ocurre con la corriente de agua a través de una goma o manguera transparente que una un depósito de agua sostenido con la mano izquierda con un depósito igual sostenido con la mano derecha, al mover los brazos arriba y abajo alternativamente de forma que cuando uno esté arriba el otro esté abajo. Evidentemente la corriente circulará por la manguera en uno u otro sentido, según cuál sea el brazo levantado y no dejará de realizar el mismo trabajo que si circulara en un solo sentido.

Pues bien, los generadores de corriente alterna o alternadores se comportan de manera análoga con la f.e.m. generada y consecuentemente con la corriente que provocan: la primera cambia periódicamente de polaridad y la segunda de sentido de circulación, con una frecuencia que puede ser de 50 veces por segundo (corriente alterna de la red) o de hasta miles de millones de veces por segundo (oscilador de frecuencia ultraelevada en radio).

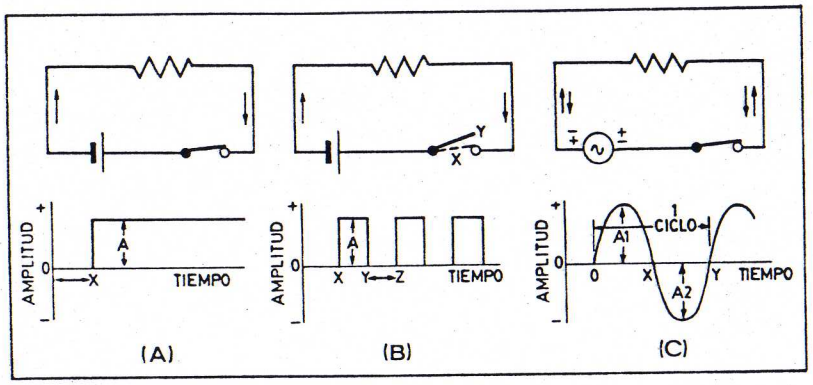


Fig. 20.E - Clases de corriente eléctrica

Técnicamente la diferencia entre la corriente continua y la corriente alterna está mostrada en los gráficos de la parte inferior de la Fig. 20-E en los que el eje horizontal (de izquierda a derecha) representa y mide el tiempo aumentando hacia la derecha a medida que se aleja de la perpendicular o línea vertical origen. Esta línea vertical representa la amplitud o valor de la tensión o de la corriente que puede aumentar por encima (sentido positivo) o por debajo (sentido negativo) del eje horizontal representativo del nivel cero. Si la gráfica se halla por encima del eje horizontal, la corriente circula en una sola dirección por el circuito y si la gráfica se halla por debajo del eje horizontal, la corriente circula en sentido contrario. En el primer caso el polo positivo es uno y en el segundo caso el polo positivo es el otro.

Si se cierra el interruptor en el circuito representado en (A), la corriente circula de negativo a positivo en el sentido indicado por las flechas y toma una amplitud constante determinada por la Ley de Ohm I = E/R y mostrada por la distancia A que, de no agotarse la pila, se mantendrá sin variaciones mientras el interruptor permanezca cerrado. Esta será una corriente continua.

El interruptor del circuito (B) se cierra en el instante x y se establece la misma amplitud de tensión o de corriente que en el circuito (A) hasta el momento y en que se abre el interruptor con el correspondiente cese instantáneo de la corriente. Transcurrido el intervalo de tiempo y-z, se cierra de nuevo el interruptor y la corriente vuelve a circular con igual amplitud y sentido de movimiento, y así lo hará cuantas veces se repita el cierre del interruptor. El resultado, mostrado en la gráfica (B) es ahora una corriente continua pulsante o intermitente; es continua porque su sentido de circulación no varía nunca (siempre por encima del eje horizontal) aunque lo haga por impulsos.

En (C) la cosa es muy distinta. El generador ya no es una pila sino un alternador y como tal, la polaridad de sus bornes de salida se intercambia periódicamente. La corriente parte de cero en el instante en que se cierra el interruptor (o) y su tensión e intensidad van en aumento a medida que transcurre el tiempo hasta alcanzar un valor máximo en A1, siempre circulando en el sentido +, pero inmediatamente después decrecen hasta que son nulas en el instante X, a pesar de no haberse abierto el interruptor.

En este preciso instante, X, se invierte el sentido de circulación de la corriente al cambiar de polaridad los bornes de salida del generador, lo cual queda indicado en el gráfico por el pase a la parte inferior del eje horizontal. A medida que transcurre el tiempo, la tensión y la intensidad de la corriente aumentan en este sentido de circulación hasta alcanzar la amplitud máxima A2, para volver a disminuir y quedar nuevamente anuladas en el instante Y, en el que volverán a cambiar de polaridad y sentido. Esta será la corriente alterna cuya tensión e intensidad varían constantemente de valor y periódicamente de polaridad o sentido quedando representadas por el gráfico (C) de la Fig. 20-E llamado sinusoide de la corriente alterna.

Los valores de la amplitud de la sinusoide (del trazo o longitud vertical de cada uno de sus puntos a la línea base) con respecto al valor máximo representado por 1, son exactamente los mismos que adquiere el seno del ángulo descrito por un punto (o espira) que recorra una circunferencia. Este seno tiene un valor que parte de cero al inicarse el movimiento angular del punto a lo largo de la circunferencia, tiene un valor máximo positivo a los 90° y un valor máximo negativo a los 270° y un valor cero en las posiciones correspondientes a los 0 y 180° de giro.

De aquí que se designen a veces por medio de grados de circunferencia los valores instantáneos de la corriente alterna: 90° máxima amplitud positiva; 270° máxima amplitud negativa; 0° y 180° los dos cruces de la sinusoide por la línea cero (amplitud cero). Si en vez de ser un solo punto son dos los puntos o espiras que recorren la circunferencia y si están en ángulo recto entre sí, la una estará desfasada en 90° de adelanto respecto a la otra y ésta irá desfasada en 90° de retraso respecto a la primera.

[2]Periodo, frecuencia y fase

A-B-C

Periodo es el tiempo que tarda la corriente alterna en recorrer todos sus valores en uno y otro sentido de circulación (tiempo igual al transcurrido desde el punto 0 al punto Y en el gráfico C de la figura 20-E). **Este tiempo puede ser de centésimas de segundo (corriente alterna de la red) o de millonésimas de segundo (señales de radio)** Al recorrido completo de todos los valores de la corriente alterna

se le denomina ciclo con lo que, evidentemente, el periodo es el tiempo necesario para que transcurra un ciclo.

Frecuencia es el número de ciclos que transcurren en un segundo de tiempo. La frecuencia de la red es, por ejemplo, de 50 ciclos por segundo, pero internacional y correctamente la frecuencia se expresa por la unidad HERTZ (abreviado Hz) equivalente a un ciclo por segundo Así la frecuencia de la red es de 50 Hz.

Debe entenderse bien que la palabra ciclo no es sinónimo de la palabra hertz, ya que esta última tiene el significado de ciclo por segundo, lo mismo que no es igual un litro que un litro por segundo.... ¡aun cuando a menudo se nombren las frecuencias en kilociclos y megaciclos en lugar de en kilohertz y megahertz!.

Si el periodo T es el tiempo en que transcurre un ciclo y la frecuencia F es el número de ciclos por segundo, T = 1/F y F = 1/T, o sea que la inversa de la frecuencia es el periodo y la inversa del periodo es la frecuencia.

Fase - Es la situación de un punto determinado de la sinusoide o de cualquier otra magnitud alterna con respecto al principio del ciclo de la propia sinusoide o, más comúnmente, con respecto al principio del ciclo de otra sinusoide o magnitud con la que se compara. En los circuitos de corriente alterna puede ocurrir que las sinusoides representativas de la tensión y de la corriente no tengan la misma fase no pasen por los mismos puntos simultáneamente, y la una vaya retrasada o adelantada respecto a la otra. A la diferencia angular entre ambas se la denomina desfasamiento o fase y se la mide en grados de circunferencia para independizar la medida del tiempo absoluto, del periodo y la frecuencia que pueda tener la corriente.

Si en un circuito de corriente alterna la tensión va 90° desfasada (por adelanto) con respecto a la corriente, la corriente se iniciará cuando la tensión alcance su valor máximo positivo, será máxima en un sentido de circulación cuando la tensión caiga a cero, se anulará cuando la tensión tenga un valor máximo negativo y volverá a ser máxima cuando la tensión regrese a cero. Podemos imaginar dos corredores que emprenden una carrera siguiendo la sinusoide y en la que el segundo toma la salida una vez que ha transcurrido un cuarto de periodo (90°) desde la partida del primero. Si los dos llevan igual velocidad el desfasamiento será constante de 90° y cuando el segundo emprenda la marcha, el primero estará justamente en el pico más alto; cuando el segundo llegue a este mismo pico, el primero cruzará la línea cero cuando el segundo cruce este mismo punto el primero estará en el fondo de la depresión y así sucesivamente. La diferencia constante entre ambos será la "fase".

[1]Valores eficaces A-B-C

Los valores eficaces de la corriente alterna (tensión y corriente) son aquéllos que tendría una corriente continua que al atravesar la misma resistencia que la corriente alterna, produjeran los mismos efectos térmicos o de calentamiento de esta última.

Siempre que la corriente alterna es sinusoidal, sus valores eficaces de corriente y tensión son iguales a 0,7 veces sus valores máximos o de picos de la sinusoide y, recíprocamente, el valor máximo es siempre igual a 1,4 veces el valor eficaz.

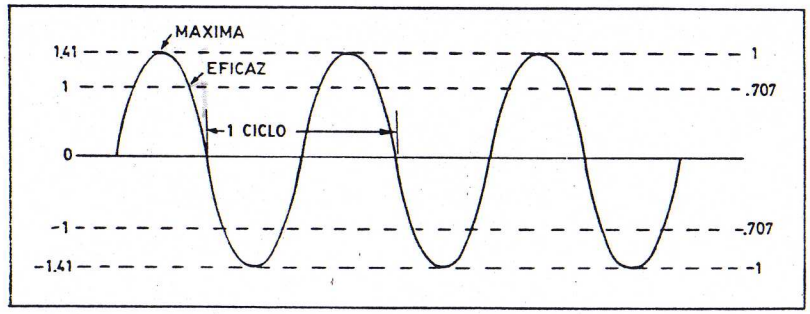


Fig. 21.E - Valores máximo y eficaz de la corriente alterna sinusoidal (tensión y corriente).

En una corriente alterna normal, todos los ciclos son iguales; cada uno de ellos es igual al anterior e igual al que le seguirá, pero el valor de tensión o de corriente es distinto en cada instante dentro de un mismo ciclo. Esta inestabilidad da lugar a un gran número de efectos especiales que no ocurren con la corriente continua y crea además, el problema de la medida de dicha corriente alterna. Si en cada instante es distinto ¿qué valor puede darse a la intensidad de una corriente alterna?

Para medir y especificar el valor de una corriente alterna nos referimos a la energía disipada en una resistencia como término comparativo. En cualquier circuito resistivo recorrido por una CC, a la resistencia no le importa en absoluto que la corriente entre o salga por uno o por el otro de sus extremos, que circule en uno u otro sentido; mientras permanezca constante el valor de la intensidad, disipará en calor la misma cantidad de energía cualquiera que sea el sentido de circulación.

Cualesquiera que sean los valores instantáneos de la intensidad o de la tensión de una corriente alterna y su sentido de circulación, siempre podremos decir que su eficacia en producir calor a través de una determinada resistencia, que el calor que ha producido es el mismo que produciría una corriente continua de tantos amperios o de tantos voltios de tensión aplicados entre los extremos de la misma resistencia. Estos serán los valores eficaces de la corriente alterna.

Los valores de tensión e intensidad de las corrientes alternas industriales y de red, y de todas las demás salvo casos especiales, se expresan normativamente en valores eficaces.

Las tensiones de red son de 125 ó de 220 V eficaces. Consecuentemente la amplitud máxima o "tensión de pico" presentes en los enchufes de toma de corriente serán, respectivamente, de 125 x 1,41 =175V y de 220 x 1,4 = 308 V.

[4]Potencia (de la corriente alterna) A-B-C

La potencia en corriente alterna, cuando los circuitos sólo contienen resistencia, viene dada por el producto de la tensión eficaz por la intensidad eficaz (P = Vef x Ief).

Cuando en los circuitos se hallan inductancias, capacidades, o ambas a la vez, además de resistencia, se producen efectos especiales (desfasamientos) provocados por la constante variabilidad de la corriente alterna y es preciso aplicar un factor de corrección al producto anterior, llamado factor de potencia cuyo valor siempre es inferior a la unidad y depende de las características del propio circuito. En estos casos, P = Vef x Ief x K, siendo K menor que 1.

Se llama potencia aparente al producto obtenido sin aplicación del factor K en los circuitos con inductancia y capacidad, producto que se expresa en VOLTIAMPERIOS en lugar de vatios.

Efecto de las autoinducciones y de las capacidades en corriente alterna. A-B

Cuando la corriente alterna circula a través de una resistencia,no se produce desfasamiento alguno entre la tensión y la corriente, tal como en forma gráfica y vectorial indica la figura A (en nuestro caso la Fig. 22.E-A).

El efecto de una autoinducción pura en un circuito de corriente alterna es el de provocar un retraso o desfasamiento de 90° de la intensidad respecto a la tensión, como queda indicado en la Fig. B.

El efecto de un condensador en un circuito de corriente alterna es provocar un adelantamiento o desfasamiento de 90° de la corriente con respecto a la tensión aplicada a las placas del condensador.

Tal como indica la Fig. 22.E, las sinusoides representativas de la tensión y de la corriente de un mismo circuito de corriente alterna deben considerarse como dos señales distintas, indudablemente siempre

de la misma frecuencia pero que pueden presentar un desfasamiento entre ellas.

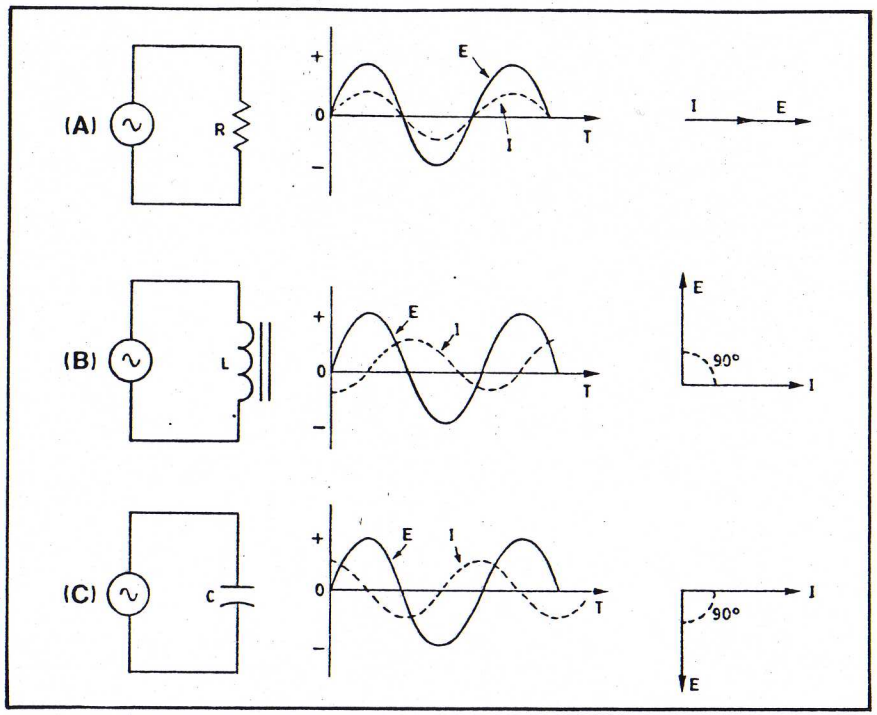


Fig. 22.E.- Efecto de las autoinducciones y capacidades.

Estas alteraciones de fase son debidas a la oposición que la autoinducción opone a la circulación de una corriente variable como es la alterna y a la oposición que opone el condensador a las variaciones de tensión al verse sometido a las continuas cargas y descargas que le ocasionan los cambios de polaridad de la corriente alterna.

Estas oposiciones que no consumen energía en calor sino que simplemente limitan los valores, reciben el nombre de REACTANCIAS (inductiva y capacitiva) que se miden en ohmios y dan lugar a la presencia de sobretensiones en los extremos de los componentes reactivos (aparición de una diferencia de tensión entre sus extremos superior a la aplicada al circuito). La reactancia se designa por la letra X, X_L ó X_C según sea inductiva o capacitiva y su valor viene dado por las fórmulas:

En una bobina: $X_L = 6{,}28 \times F \times L$

En un condensador: $X_C = 1 / 6{,}28 \times F \times C$

siendo F la frecuencia en Hz, L la inductancia en henrios y C la capacidad en faradios.

Evidentemente, el valor de la reactancia de una bobina o de un condensador depende de la frecuencia, además de la inductancia y de la capacidad (valores físicos y fijos del componente en sí)..

[5]Transformadores y autotransformadores A-B-C

El transformador es un dispositivo eléctrico de uso exclusivo en corriente alterna que aprovecha las propiedades del electromagnetismo para alterar los factores Vef e Ief de la potencia, sin variar su producto. Consta de un núcleo de hierro laminado y de forma cerrada en el que se devanan dos bobinas estrechamente acopladas y que por lo tanto se influencian o inducen mutuamente.

El devanado conectado a la fuente de corriente se denomina primario y el segundo devanado, generalmente conectado al circuito de utilización o carga recibe el nombre de secundario, todo ello como está mostrado en la figura A y esquemáticamente simbolizado en la figura C (aquí Fig. 23.E, A y C) según que el transformador tenga núcleo de hierro o de aire.

Las variaciones de la corriente alterna que circula por el primario se traducen en variaciones del flujo magnético concentrado en el núcleo de hierro y que corta las espiras del secundario, por lo general más numerosas, y en el que dada la constante variación del flujo, se induce una fuerza electromotriz de igual frecuencia presente en los extremos o bornes de salida a los que queda unido el circuito de utilización.

La tensión de salida o de secundario es superior a la de entrada o de primario si el número de espiras del devanado secundario es también superior al número de espiras del devanado primario, con lo que el transformador es un elevador, y es inferior si también lo es su número de espiras respecto a las del primario (transformador reductor).

La energía o potencia en el secundario nunca puede ser superior a la energía o potencia del circuito primario, puesto que el transformador no crea energía eléctrica; sólo altera los factores Vef x Ief de la potencia, pero no su producto.

Si en el primario la energía es de 120 voltios x 2 amperios = = 240 vatios, en el secundario deberán haber forzosamente estos 240 vatios como máximo, si bien según sea el número de espiras, podrá ser bajo la forma de 240 voltios x 1 amperio, 60 voltios x 4 amperios, 30 voltios x 8 amperios, etc.

Los transformadores suelen tener un solo primario y pueden tener varios secundarios devanados sobre el mismo núcleo, como muestra sim

bólicamente la Fig. 23.E-D. Esto ocurre cuando se precisan distintos valores de tensión de salida y en estos casos cada devanado queda aislado de todos los demás y la suma de las potencias de cada devanado secundario no puede ser superior a la potencia de entrada del primario.

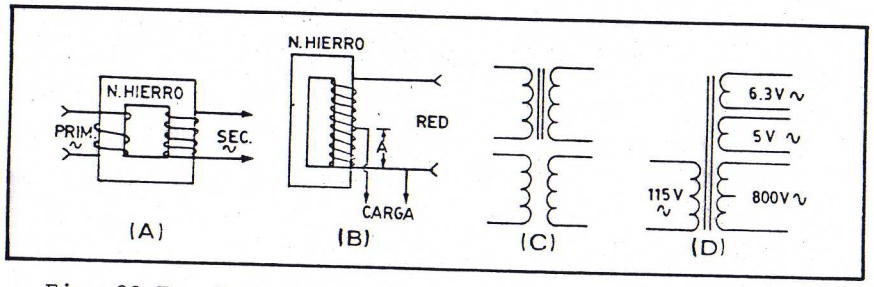


Fig. 23.E - Transformador, autotransformador y símbolos.

Así como el transformador se fundamenta en la inducción mutua entre dos bobinas distintas separadas y eléctricamente aisladas, el autotransformador hace uso de los fenómenos de la autoinducción o inducción sobre las propias espiras que producen el flujo, en parte o con algunas más añadidas, para obtener una tensión menor o superior a la de entrada, como está mostrado en la Fig. B (Fig. 23.E-B).

Generalmente se emplea el autotransformador sólo cuando la potencia o energía puesta en juego es de poca importancia. Comparado con el transformador, tiene la gran desventaja de que no aisla eléctricamente a la fuente de la carga, como hace aquél, si bien el coste de su construcción es más barato.

Tanto el transformador como el autotransformador sólo pueden trabajar con corriente alterna (productoras de un flujo constantemente variable) y se queman y destruyen si se les conecta a una fuente de corriente continua de igual tensión que la de trabajo, ya que al no existir la reactancia para la corriente continua, la intensidad de corriente resultante es muy superior.

[6]Relación de transformación (precauciones) A-B-C

La relación de transformación es la comparación del número de espiras del primario con el número de espiras del secundario de un transformador, o lo que es lo mismo, la relación entre la tensión de entrada al primario y la de salida del secundario.

Si el secundario tiene doble número de espiras que el primario, la relación será de 1:2 (una espira del primario por cada dos del secundario) y en esta circunstancia la tensión de salida será de valor doble de la tensión de entrada (y mitad de corriente, evidentemente). Si el secundario tiene sólo la tercera parte del número de espiras

que tiene el primario, la relación será de 3/1 (tres espiras de primario por cada una del secundario) la tensión de salida del secundario será tres veces inferior a la de primario (pero podrá circular tres veces más corriente).

Consecuentemente a lo dicho, la relación de transformación permite establecer las relaciones entre número de espiras, tensiones y corrientes entre primario y secundario bajo las ecuaciones siguientes:

$$\text{Relación de transformación} = \frac{N1}{N2} = \frac{V1}{V2} = \frac{I2}{I1}$$

Precauciones A-B

La relación de transformación impone ciertas precauciones constitucionales al transformador: si éste es elevador, el aislamiento del devanado secundario deberá ser suficiente para soportar la superior tensión que deberá ser igualmente adecuada para alimentar a la carga; si es un reductor, la sección del conductor que forma las espiras del devanado secundario deberá ser superior a la sección del conductor que forma el devanado primario al objeto de soportar sin aumentos notables de temperatura, la corriente de mayor intensidad que circulará por el mismo cuando trabaje a plena carga.

Clase A y B

[1]*Amperímetros y voltímetros para corriente continua y corriente alterna. Polímetros.*

Clase C

[1]*Amperímetros y voltímetros: su conexión en los circuitos.*

[1]Amperímetros y voltímetros para corriente continua y corriente alterna. A-B-C

Todos los fenómenos eléctricos y electrónicos se fundamentan en la circulación del flujo de electrones o corriente. La corriente es, consecuentemente, la magnitud cuya medida práctica interesa primordialmente y a través de su conocimiento, resulta luego relativamente fácil la medida de las otras dos magnitudes fundamentales, la tensión y la resistencia, gracias a la Ley de Ohm. Conviene tener muy presente que

CUANTOS INSTRUMENTOS SE UTILIZAN PARA MEDIR LAS MAGNITUDES BASICAS DE LA ELECTRICIDAD MIDEN SIEMPRE LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE QUE CIRCULA POR SU INTERIOR,

con independencia de que la información proporcionada venga en unidades de corriente (amperios, miliamperios o microamperios), en unidades de tensión (voltios, milovoltios o microvoltios) o en unidades de resistencia (ohmios).

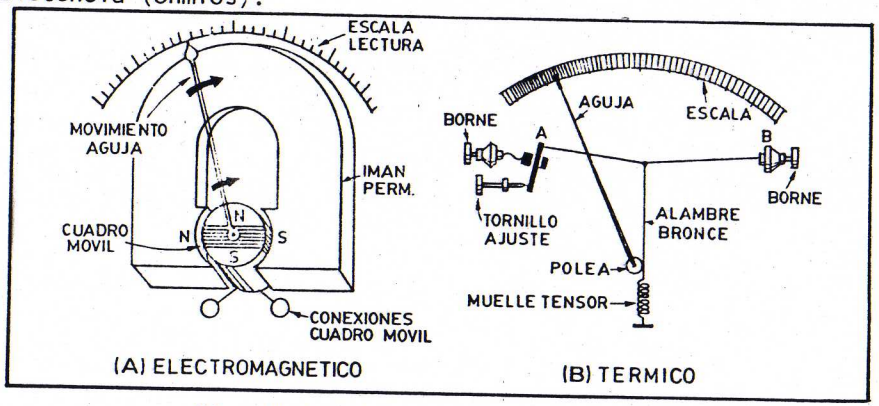


Fig. 24.E - Instrumentos de medida.

Naturalmente no es posible contar con el número de electrones que circulan por la sección recta de un conductor en cada segundo de tiempo, pero sí podemos valernos de los efectos de la corriente eléctrica para obtener la medida de su intensidad. De estos efectos se utilizan primordialmente dos: los electromagnéticos y los térmicos.

El amperímetro de corriente continua se deriva del galvanómetro de Arsonval y como muestra la figura en A (aquí la Fig. 24.E-A), el instrumento moderno consta de un imán fijo en forma de herradura en cuyo entrehierro se halla el elemento móvil, una diminuta bobina devanada sobre una delgada forma cilíndrica de aluminio equilibrada por dos resortes o muelles en espiral que aplican su fuerza en sentido contrario y que mantienen a la bobinita, solidaria a la aguja indicadora, en una posición tope de reposo equivalente a la indicación cero de la escala. El paso de la corriente eléctrica crea un campo magnético en el interior de la bobinita que se ve atraído y repelido por los respectivos polos del imán fijo, de manera que la aguja se mueve sobre la escala siguiendo la resultante de estas dos fuerzas de atracción y repulsión desplazándose tanto más cuanto más intensa es la corriente que recorre las espiras de la bobinita y que se trata de medir.

El instrumento de cuadro móvil está polarizado, o sea que debe conectarse con la polaridad correcta indicada por su fabricante con los signos + y - en los respectivos bornes de conexión del propio instrumento. Si la corriente que atraviesa la bobina móvil circula en sentido opuesto al previsto, el giro de la bobina es en dirección contraria y la aguja se desvía a la izquierda hasta dar con un tope de seguridad.

El amperímetro de corriente alterna moderno intercala un diminuto rectificador de estado sólido previo a la bobina móvil, de manera que la corriente alterna se convierte en una corriente continua equivalente antes de circular por la bobina móvil. La escala de lectura de corriente alterna suele llevar la corrección necesaria al efecto del rectificador. Para la medida de corrientes alternas de elevada intensidad se utiliza el amperímetro térmico.

El instrumento térmico, mostrado en B de la figura (Fig. 24.E-B) aprovecha la dilatación de los metales cuando se calientan. Al circular la corriente a través de un hilo conductor tenso sostenido entre los dos bornes del instrumento, eleva su temperatura y dilata su longitud permitiendo que el alambre de bronce se deslice bajo la fuerza del muelle tensor y haga girar la polea solidaria con la aguja que se desliza sobre la escala. Los instrumentos térmicos sólo se utilizan para la medida de grandes intensidades de corrientes de radiofrecuencia; en intensidades menores se usa mayormente el amperímetro con termopar, mucho más sensible y preciso,

La simbología utilizada para los instrumentos de medida está mostrada en la Fig. 2 (Fig. 25.E). Puede observarse que la misma no distingue la clase constitucional del instrumento, pero sí la clase de medida que proporciona (corriente o tensión, amperios o voltios, con sus submúltiplos).

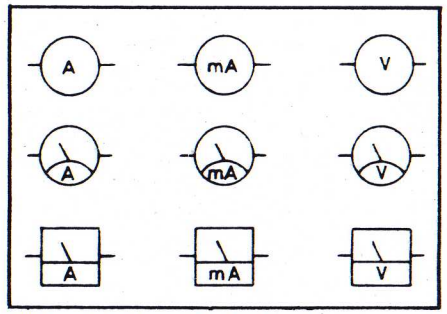


Fig. 25.E - Simbología de los instrumentos de medida.

Las características técnicas de todo instrumento son la resistencia interna, la sensibilidad y la precisión.

La resistencia interna es la ofrecida por el conductor que forma la bobina móvil y es muy baja en los amperímetros y muy elevada en los voltímetros (puesto que al llevar la escala tarada en voltios, miden el producto I.R, de acuerdo con la Ley de Ohm). La sensibilidad queda determinada por la intensidad de corriente eléctrica que precisa el instrumento para la desviación de su aguja a fondo de escala (en la práctica esta sensibilidad va de 0,5 microamperios a 50 miliamperios en los instrumentos de cuadro móvil). En los voltímetros esta sensibilidad se expresa en "ohmios por voltio", valor que se obtiene dividiendo la resistencia interna del instrumento por la tensión aplicada al mismo cuando la aguja señala el final de la escala de lectura, de manera que:

$$\text{sensibilidad } \Omega/V = \frac{Ri}{V} = \frac{\text{ohmios}}{\text{voltios}}$$

y como sea que precisamente la intensidad que circula por el interior del instrumento es I = V/Ri (Ley de Ohm) resulta que:

la sensibilidad en ohmios por voltio es igual a la inversa de la corriente máxima que puede medir o circular por el instrumento,

de manera que un instrumento de 50 µA de lectura máxima, tiene consecuentemente una sensibilidad igual a 1/0,000.050 = 20.000 ohmios por voltio.

La precisión viene indicada por el fabricante del instrumento bajo forma de tanto por ciento a final de escala, precisión que suele ser del 0,1% en los instrumentos de laboratorio, del orden del 0,5% en los simplemente llamados de precisión y de un 2 a un 5% en los instrumentos utilizados en las medidas normales. En los térmicos puede llegar a situarse alrededor de 20%. Las lecturas de mayor precisión se obtienen siempre en la parte central de la escala, siendo mayor el error en los extremos de la misma.

Polímetros

A-B

Todos los instrumentos miden corriente, pero son amperímetros si su escala está tarada en unidades de intensidad y son voltímetros si lo está en unidades de tensión.

Los márgenes de medida de los amperímetros pueden ampliarse mediante el añadido de resistencias en paralelo o "shunts" capaces de desviar de forma conocida e inversamente proporcional a su valor óhmico, las corrientes excesivas para el instrumento en sí. Los márgenes de medida de los voltímetros pueden aumentarse igualmente añadiendo resistencia en serie con la del instrumento, de forma que absorba el exceso de tensión.

Polímetro es el aparato de medida con varias escalas de lectura que mediante las conmutaciones adecuadas utiliza un solo instrumento para obtener la medida de tensiones, corrientes y resistencias en varios márgenes, y en el que generalmente puede intercalarse o desconectarse, también por conmutación, el rectificador para la medida de corrientes alternas.

Conexión en los circuitos

C

Los amperímetros. miliamperímetros y microamperímetros se conectan siempre en serie con el circuito bajo medida.

Los instrumentos para la medida de corriente deben presentar siempre la menor resistencia interna posible para que, al quedar intercalados en serie, no afecten a las condiciones reales de funcionamiento del circuito bajo medida y por esta causa no pueden soportar más que

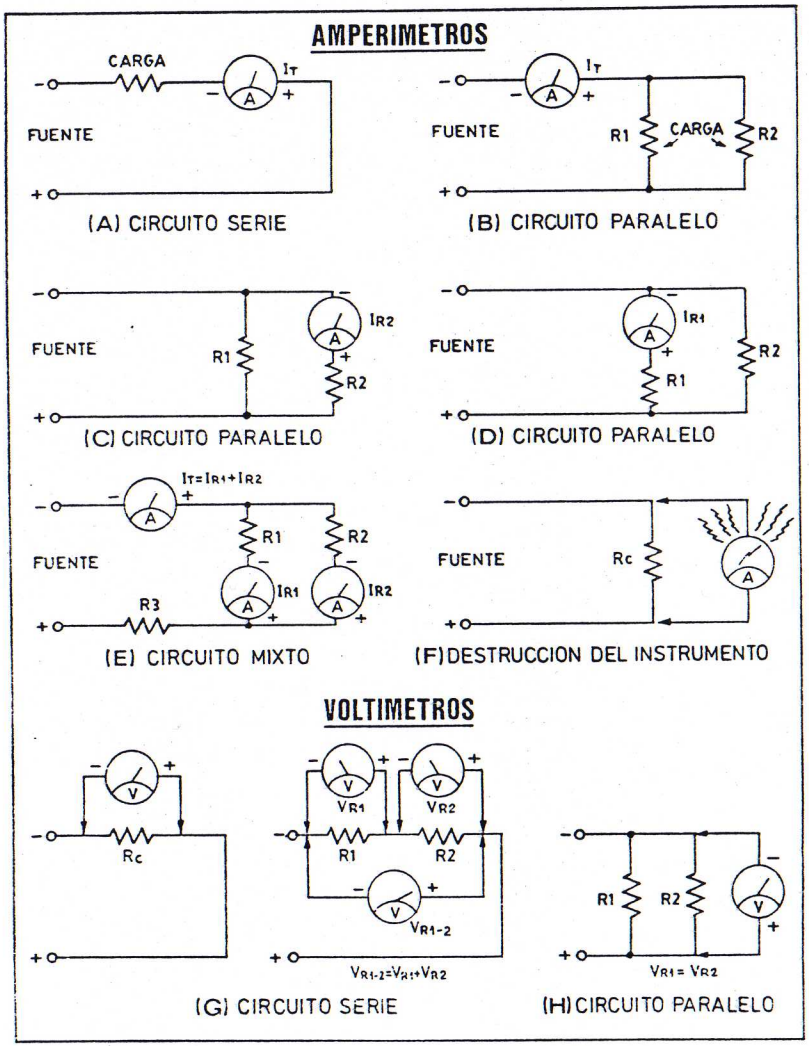


Fig. 26.E - Conexión de amperímetros y voltímetros en los circuitos.

una diferencia de tensión muy débil entre sus bornes de entrada. Esto da lugar a que se ocasione su destrucción si se conectan en paralelo con una fuente de tensión o con un componente (resistencia p.e.) en el que exista una diferencia o caída de potencial entre sus extremos.

Los voltímetros se conectan siempre en paralelo entre los puntos cuya diferencia de tensión en voltios se desea averiguar, observando la correcta polaridad de conexión si son de corriente continua.

Los voltímetros deben presentar una resistencia interna lo más elevada posible, al objeto de limitar la intensidad de corriente a través de la delicada bobina móvil, provocada por la aplicación de tensión a los bornes de entrada.

La Fig. 26.E-A ilustra ampliamente estos extremos. La medida de la intensidad de la corriente que circula por un circuito se obtiene abriendo el circuito e intercalando el instrumento de medida con escala o capacidad adecuada y observando rigurosamente que la polaridad del circuito coincida con la del instrumento. En un circuito serie el punto de conexión puede ser cualquiera dentro del paso de corriente puesto que la intensidad es la misma en cualquier parte del mismo (Fig. 26.E-A).

Cuando se trata de un circuito paralelo con varias ramas, el instrumento indicará la intensidad de corriente total suministrada por la fuente si queda intercalado en el tramo anterior o posterior a la ramificación, e indicará la corriente parcial de la rama en la que se halle intercalado, como en B, C y D de la Fig. 26.E.

En los circuitos mixtos, el instrumento intercalado en la línea general mide la corriente total del circuito o suministrada por la fuente que lo alimenta, siempre igual a la suma de las que circulen por cada rama de la parte paralelo. Para medir la corriente de cada rama es preciso intercalar el instrumento en ella (Fig. 26.E-E).

Dado que el valor de la resistencia interna del medidor de corriente puede considerarse prácticamente nula, si por cualquier descuido llegara a conectarse el instrumento en paralelo con la carga, como indica la Fig. 26.E en F, toda la tensión de la fuente quedaría aplicada a sus bornes y la corriente provocada sería tan intensa que lo destruiría al instante, quemando su bobina móvil o desencajando el sistema de suspensión y equilibrio de la aguja. Este es el mayor peligro en el uso y manejo de los medidores de corriente si no se opera con cuidado.

Las figuras G y H muestran cómo debe conectarse el voltímetro (siempre en paralelo) para averiguar la diferencia o caída de tensión entre dos puntos o extremos de componentes. En el primer caso se averigua la caída de tensión en la resistencia Rc, en el segundo se averiguan las caídas de tensión parciales en R1 y R2, o la total entre extremos más alejados de estos dos resistores, tensión esta última que será igual a la suministrada por la fuente y a la suma de las obtenidas en R1 y R2. En el tercer caso se averigua la caída de tensión en el circuito paralelo, igual en R1 que en R2, y que será la misma tensión suministrada por la fuente (la corriente en cada rama dependerá del valor óhmico de cada resistor, pero el producto I.R será siempre el mismo e igual a la tensión suministrada por la fuente).

Clases A y B

[1]Precauciones generales para evitar accidentes por electricidad - [2]Tensiones peligrosas - [3]Instalaciones: protecciones - [3]Aislamientos - Herramientas - [4]Protecciones personales - Locales húmedos.

Clase C

[1]Precauciones generales para evitar accidentes por electricidad - [2]Tensiones peligrosas - [3]Instalaciones: protecciones, aislamiento - [4]Protecciones personales.

[1]Precauciones generales para evitar accidentes por electricidad — A-B-C

Los accidentes más comunes que pueden presentarse debidos a la electricidad y ante cuyo peligro deben tomarse precauciones generales son: la electrocución, el incendio y, en casos más particulares, la intoxicación por gases nocivos, las quemaduras por contacto con ácido y la explosión de gases inflamables.

Precauciones generales contra la electrocución.

1) Instalar ya de principio los dispositivos de seguridad más apropiados en el cuarto de la radio, mesa o lugar de trabajo (llave o interruptor general en lugar próximo a la puerta de entrada, fusible o disyuntor, toma de tierra, etc.) comprobando con toda minuciosidad que tanto estos dispositivos como los de protección de entrada de red (fusibles y disyuntores) son del calibre adecuado para el consumo previsto.

2) No acercarse ni manipular jamás ningún aparato eléctrico con las manos o los pies mojados o húmedos, sudorosos, o descansando sobre un suelo húmedo. La humedad ocasiona siempre la pérdida de aislamiento.

Precauciones generales contra el incendio

1) Disponer de una llave general de corte total de energía en un emplazamiento muy visible, accesible y relativamente separado de los aparatos o centros de consumo.

2) Emplazar, si es posible, un extintor de capacidad adecuada al volumen de la instalación y de bióxido de carbono (CO_2) junto a la llave general anterior, en situación de alcance rápido.

No es adecuado el uso del agua para combatir un fuego eléctrico, salvo como último recurso. Tampoco lo es el uso de extintores de espuma conductora, ni el tetracloruro de carbono o sus derivados que se convierten en gas nocivo al entrar en contacto con metales calientes.

Los rectificadores de selenio, si se queman, desprenden bióxido de selenio, gas venenoso que no debe respirarse. En estos casos debe procederse al corte del suministro eléctrico e inmediatamente después proceder, si es posible, a la ventilación del local dejando que los rectificadores se enfrién por completo antes de comenzar cualquier inspección o reparación.

Los fuegos originados en madera, papel, tejido o incluso explosivos pueden combatirse con agua. Pero no así los fuegos desarrollados sobre substancias tales como aceites, gasolina, petróleo, pinturas, etc ya que estas substancias suelen flotar por encima del agua y siguen ardiendo. El uso del extintor es lo más adecuado en estos casos.

Precauciones generales contra los efectos de la manipulación de agentes químicos.

1) Que el local o habitación se halle muy bien ventilado siempre que se proceda a la manipulación o que normalmente exista en él desprendimiento gaseoso.

2) No almacenar ni conservar líquidos en frascos destapados.

3) Evitar llamas, cigarrillos, chispas y demás en donde existan baterías o se lleven a cabo manipulaciones de agentes químicos.

El alcohol no debe utilizarse para la limpieza de equipo electrónico ya que puede constituir un peligro de incendio y puede dañar las partes aislantes de plástico. El tetracloruro de carbono, aunque también ataca a ciertos plásticos, es un excelente limpiador para los contactos eléctricos, pero debe tenerse en cuenta que sus vapores son nocivos si se respiran en cantidad y tiempo prolongado. La ventilación adecuada es la mejor salvaguarda contra sus efectos dañinos.

En la manipulación y mantenimiento de baterías, siempre debe ponerse agua en el ácido y jamás ácido en el agua al realizar una mezcla o preparación, y aun así, debe hacerse con cuidado, muy lentamente y procurando que el ácido se vaya diluyendo (revolviendo la mezcla suavemente con algún listón de madera o substancia inerte). Cuando se diluye ácido concentrado, la mezcla se calienta mucho y debe evitarse la temperatura excesiva. El principal peligro está en las quemaduras ocasionadas por el ácido y que, como primera medida, requieren la ex-

posición de la parte afectada al agua corriente.

El peligro de explosión debido a la ignición del hidrógeno desprendido durante la operación de carga de baterías constituye otro riesgo, sobre todo cuando se prodigan las cargas rápidas.

Además de las llamas y los cigarrillos, deben evitarse los cortocircuitos o "chisporroteos" de prueba entre bornes en los cuartos de baterías, puesto que pueden ocasionar quemaduras y aun la explosión de cualquier acumulación de hidrógeno.

Disponer de la mejor ventilación posible es la primera precaución en estos casos.

[2]Tensiones peligrosas A-B-C

La acción de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano puede acarrear la muerte por alteración de los tejidos orgánicos, por fenómenos nerviosos que paralizan el corazón y por la atrofia de los músculos del tórax que pueden provocar la asfixia en diez minutos.

"Los voltios son los que sacuden, pero los miliamperios los que matan"

El peligro de la electricidad está en la intensidad de corriente que circula por el cuerpo humano en el instante de ponerlo accidentalmente en contacto con dos puntos de potencial distinto. Como la Ley de Ohm no hace excepciones con las personas, esta intensidad de corriente viene determinada por la resistencia que ofrece el cuerpo humano en el momento de producirse el accidente. En una descarga que atraviesa todo el cuerpo o las partes vitales del mismo,

a) la intensidad de 1 mA es ya perceptible

b) la intensidad de 10 mA es suficiente para paralizar ciertos músculos, haciendo que la víctima se vea imposibilitada de soltar el conductor por donde recibe la corriente, y

c) hacia los 100 mA, la corriente es mortal si se prolonga por más de un segundo.

Todo depende, pues, de la resistencia del cuerpo humano en el instante del accidente, resistencia que puede no ser suficientemente elevada para poder controlar la corriente y evitar la muerte por electrocución aun al tocar una tensión por debajo de los 100 V. Tensiones inferiores a este valor pueden resultar mortales si la corriente recorre la parte central del cuerpo (de mano a mano, con el corazón en medio del circuito, de cabeza a manos o pies en franco contacto con tierra, etc). Si la corriente sólo recorre una parte del cuerpo o de una extremidad del mismo, como puede ser un circuito desde un dedo al codo que se halle apoyado en una parte metálica unidad a tierra (chasis, armazón, etc.) no existe generalmente peligro de muerte pero sí

de quemadura.

La imperceptible variación de la resistencia del cuerpo humano, de uno a otro individuo y debida a la humedad momentánea de la piel, da lugar a que ciertas personas puedan resistir descargas que resultarían mortales para otras. La resistencia entre la mano y el pie de un adulto suele ser de unos 50.000 ohmios, por término medio, pero desciende muy fácilmente por debajo de los 1.000 ohmios en circunstancias desfavorables.

Considerando estos 1.000 ohmios de resistencia mínima y fijando la intensidad letal en 25 mA, resulta que

el límite de tensión soportable en las peores condiciones es de veinticinco voltios ($V = I.R = 1.000 \times 0,025 = 25$ V) sobre todo para aquellas personas que habitualmente suelen tener las manos sudorosas por causa de su propia naturaleza.

[3] Instalaciones: protecciones. Aislamientos — A-B-C

Las normas oficiales de seguridad especifican con carácter obligatorio las características que deben presentar las instalaciones eléctricas y todos los aparatos destinados al público en general, al objeto de garantizar la seguridad e integridad física de los usuarios.

Estas normas tienen siempre un carácter oficial y obligatorio y suelen editarse por las Adeministraciones de cada pais estableciendo, por ejemplo, que las instalaciones de red por el interior de las viviendas deben presentar un cierto aislamiento preventivo con conductores que transcurran por el interior de tubos de protección (Bergman) y que tengan la sección adecuada al consumo previsto; que se hallen protegidas por fusibles o disyuntores homologados, que cada toma o derivación se lleve a cabo a través de cajas de registro o de empalme adecuadas, etc. Afectan igualmente a los aparatos de consumo, obligando, por ejemplo, a que a partir de cierto consumo todo aparato vaya individualmente dotado y protegido por el fusible adecuado, etc.

Herramientas — A-B

Las normas oficiales de seguridad industrial afectan igualmente a las herramientas accionadas por electricidad (como los taladros) obligando a que presenten el aislamiento preventivo suficiente para su manejo seguro y sin peligro, sin partes o puntos de tensión al descubierto ni aislamientos que puedan perder su efectividad por causas climatológicas, especialmente la humedad.

Cuando se trabaja en circuitos activados o que pueden representar un peligro, es conveniente que las herramientas de mano, como destornilladores, alicates y demás, tengan mangos o asideros aislantes

(generalmente de plástico).

[4] Protecciones porsonales — A-B-C

Todo radioaficionado debiera tomar el hábito de observar al menos las precauciones personales más elementales para prevenir y evitar los accidentes que puedan afectar a su propia persona o a las personas que conviven con él. Estas precauciones incluyen:

1) Instruir a la persona que habitualmente se halla próxima durante los periodos operativos de la estación (esposa, hermanos, madre, etc. en el hogar) de lo que debe hacer de inmediato para cortar todo suministro de corriente ante cualquier emergencia y prodigar los primeros auxilios.

2) No dejar nunca, ni provisional ni definitivamente, conductores bajo tensión al descubierto.

3) Al utilizar enchufes o clavijas de interconexión o tomas de red, sobre todo prolongadores, observar rigurosamente que sea siempre la base o hembra la que quede con tensión al desconectar el circuito. Jamás debe quedar con tensión el macho de una clavija desconectada.

4) Procurar una buena toma de tierra y conectar a ella todos los gabinetes o envolventes metálicos exteriores de los aparatos en uso o bajo intervención.

5) Al destapar un aparato o al manipular en su interior, no olvidarse nunca de descargar los condensadores electrolíticos de gran capacidad (filtros y demás) cortocircuitando su positivo con chasis o masa (por medio de un destornillador de mango aislante o con una longitud de conductor bien aislado excepto por sus extremos).

6) Al efectuar medidas de tensión elevada, disponer previamente las puntas de prueba del voltímetro bien sujetas a los puntos de toma de la medida con el aparato bajo prueba desconectado de la red, de manera que al conectar su alimentación no deban sostenerse las puntas de prueba con las manos.

7) Al tomar medidas en sucesivos puntos de tensión media, acostumbrarse a operar siempre con una mano situada sobre la espalda o en el bolsillo del pantalón.

Con esto se evita la posibilidad de "cerrar circuito" con el cuerpo al tocar descuidadamente con la segunda mano o con el brazo descubierto en verano, puntos de conducción cuando con la otra mano se está aplicando la punta de pruebas a puntos vivos de tensión en el interior de un aparato, accidente éste que ha costado muchas sacudidas desagradables y algunas vidas.

8) Protegerse siempre de la fuente de alimentación adquirida o fabricada con una buena resistencia de drenaje (bleeder) de valor elevado y disipación adecuada.

9) Al manipular amplificadores lineales de elevada potencia, no despreciar ni desactivar nunca, en lo posible, sus propios elementos de protección, como microinterruptores de seguridad al retirar las tapas y demás, ni descuidar las instrucciones de seguridad expresa incluídas en sus manuales técnicos.

10) Procurar que los ojos nunca queden demasiado próximos al punto o circuitos en que están trabajando las manos.

Locales húmedos A-B

Los locales húmedos requieren reforzar las medidas de seguridad por cuanto la humedad significa de pérdida de aislamiento de las instalaciones. Exigen una mayor protección del tendido de red y demás cables bajo tensión, siendo recomendables los recubrimientos aislantes del suelo y de los muros, al menos en donde el operador apoye normalmente los pies y en donde existan tendidos o dispositivos activados.

Clases A y B

[1]Primeros auxilios en caso de accidente - [2]Corte de la energía eléctrica - [3]Retirada del accidentado - [4]Cuidados hasta la llegada del médico - Respiración artificial - Quemaduras - [5]Organismos y entidades que prestan auxilio en caso de accidente.

Clase C

[1]Primeros auxilios en caso de accidente - [2]Corte de energía eléctrica - [3]Retirada del accidentado - [4]Cuidados hasta la llegada del médico - [5]Organismos y entidades que prestan auxilio en caso de accidente.

[1]Primeros auxilios en caso de accidente A-B-C

La descarga eléctrica sobre el cuerpo humano hace sentir a la víctima como si acabara de recibir un fuerte puñetazo, quedando atontada y si la tensión que ha provocado el impacto es suficientemente elevada, la víctima puede quedar inconsciente e incluso pueden aparecer intensas quemaduras en el lugar del cuerpo que provocó el contacto. La víctima puede asimismo ser presa de un fuerte espasmo muscular que le impida soltar el cable u objeto causante de la electrocución.

La muerte puede sobrevenir por inactividad del corazón o por cese del movimiento respiratorio, e incluso por ambas causas a la vez. Puede dañarse también el tejido nervioso con efectos secundarios musculares que no se dejarán notar hasta transcurridas varias semanas y aun meses tras haber recibido la descarga.

Ante un accidente por electrocución, la primera medida debe ser retirar el contacto eléctrico de la víctima lo antes posible, pero sin exponer la propia vida y actuando con la mayor serenidad, esto último difícil, por lo que, al menos mentalmente, conviene estar preparado.

[2]Corte de la energía eléctrica A-B-C

La primera medida a tomar debe ser SIEMPRE el corte de la energía eléctrica por medio del interruptor general que se halle más próximo; si ello significa mayor rapidez y es posible, se cortarán los cables de alimentación del aparato que haya provocado el accidente, pero siempre utilizando un cuchillo, hacha o herramienta cortante con mango de madera o de otro aislante seguro y protegiéndose los ojos con la mano libre. Según las circunstancias, la desconexión de la víctima podrá provocarse con mayor rapidez mediante el uso de un bastón, pértiga, cuerda, cinturón de cuero, abrigo o cualquier otra cosa al alcance de la mano QUE NO SEA CONDUCTORA DE LA ELECTRICIDAD para evitar a toda costa la electrocución en cadena.

Al producirse una electrocución accidental, la víctima no puede desprenderse del polo activo al sufrir una parálisis muscular; ante la súbita alarma, suele ser fácil que otra persona establezca contacto con la víctima, con la mejor intención pero sin tomar las necesarias precauciones aislantes, y al agarrarla o simplemente tocarla, quede "en serie" o "en paralelo" con la misma y sufra a su vez la descarga paralizadora y lo mismo podrá ocurrir con una tercera y una cuarta personas que toquen a la segunda y a la tercera, y así sucesivamente. Esto es la electrocución en cadena.

[3]Retirada del accidentado A-B-C

Una vez asegurado el corte del suministro eléctrico, debe averiguarse si el accidentado respira. En caso afirmativo deberá dejársele tendido en el suelo en una posición cómoda, procediendo a desabrochar sus prendas de vestir alrededor del cuello, pecho y abdomen, de manera que pueda respirar con entera libertad, protegiéndole a la vez del frio con una manta. Si la víctima no respirara, debería procederse de inmediato a la aplicación de las técnicas de la respiración artificial. En cualquier caso, se procurará que una tercera persona avise lo más inmediatamente posible a un médico y si no existe esta posibilidad, se llevará a cabo tan pronto se tenga la seguridad de que el enfermo respira y se halla en las condiciones anteriormente indi-

cadas. El aviso al médico se dará por teléfono o avisando a un intermediario próximo, como un vecino, familiar, etc., al objeto de no abandonar la vigilancia de la víctima por más de unos instantes.

[4]Cuidados hasta la llegada del médico A-B-C

Tomadas las medidas anteriores, el accidentado que respira debe permanecer absolutamente quieto, puesto que en su condición el corazón se halla muy débil y cualquier esfuerzo o actividad muscular podría ocasionar el fallo del mismo. No debe proporcionársele ninguna clase de estimulante en estos momentos (coñac, whisky, agua del carmen, etc.) sino proceder al inmediato aviso de un médico.

La aplicación de la respiración artificial deberá continuarse sin parar aun cuando aparentemente el accidentado haya fallecido o dejado de respirar, hasta la llegada del médico, pero si la víctima presentara una hemorragia intensa, será preciso proceder primero a cortarla o pararla para aplicar la respiración artificial inmediatamente después.

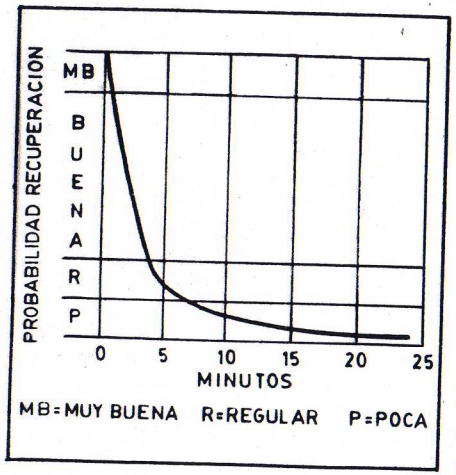


Fig. 27.E - Probabilidad de recuperación de un accidentado respecto a la rapidez en aplicarle la respiración artificial.

La importancia del tiempo transcurrido desde el instante de la ocurrencia del accidente hasta el momento de llevarse a cabo la respiración artificial es de la mayor trascendencia con respecto a la probabilidad de recuperación, como queda evidenciado en el gráfico de la Fig. 27.E. Conviene observar y mentalizarse de la enorme importancia de cada uno de los cinco primeros minutos tras haber ocurrido el accidente.

[4]Respiración artificial A-B-C

Existen diferentes técnicas para aplicar la respiración artificial. Una de las más prácticas es la llamada "boca a boca" (ilustrada en la figura 28.E) cuya secuencia es la siguiente:

1) Abrir ventanas y puertas rápidamente, sobre todo si hay gases o humos en el lugar del accidente. Si es posible trasladar a la víctima al aire libre, con suavidad y sin agitarla demasiado, arrastrándola cogida por debajo de los hombros, por ejemplo. Colocar al accidentado boca arriba, sacando con los dedos cualquier objeto o substancia extraña que pueda haber quedado en su boca (cigarrillo, dentadura postiza, etc).

2) Apoyar la nuca del accidentado sobre la palma de la mano, levantándole el cuello para que la cabeza se incline hacia atrás todo cuanto se pueda, al tiempo que se sostiene la frente con la otra mano (Fig. 28.E-1).

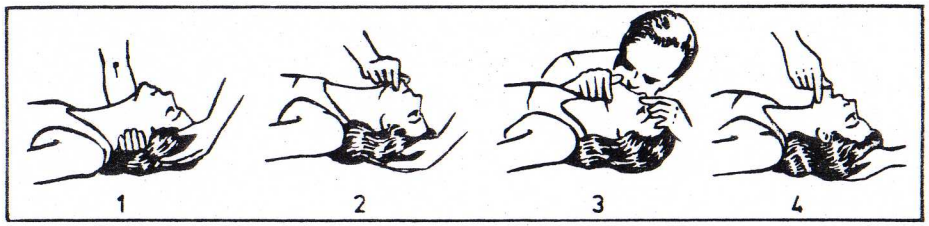


Fig. 28.E - Aplicación de la respiración artificial (boca a boca)

3) Tirar de la barbilla hacia arriba hasta que la cabeza quede totalmente inclinada hacia atrás, permitiendo la mayor libertad de entrada de aire por las vías respiratorias (Fig. 28.E-2).

4) Apoyar firmemente la boca sobre la boca de la víctima tapándole la nariz al propio tiempo (Fig. 28.E-3) y soplar con la fuerza necesaria para conseguir que el pecho se eleve por la entrada de aire. Si se tratara de un niño de corta edad, intentar soplar simultáneamente sobre boca y nariz.

5) Retirar la boca y prestar atención para sentir el soplo exhalador del aire introducido (Fig. 28.E-4). Repetir la maniobra anterior. Si no circulara el aire, revisar la posición de la cabeza y la mandíbula de la víctima. Su propia lengua puede estar obstruyendo la entrada de aire. Probar nuevamente.

6) Si no se obtiene resultado, volver de lado al accidentado y golpear fuertemente en su espalda, entre los omoplatos, para que expulse cualquier cuerpo extraño que pueda haber en su garganta. Si se trata de un niño, intentar ponerlo unos momentos cabeza abajo, sujetándolo por los pies o por las piernas, y sacudirle al mismo tiempo algunos golpes enérgicos en la espalda. Limpiar bien la boca.

7) Reanudar la respiración boca a boca. En los adultos soplar enérgicamente con intervalos de cinco segundos. En los niños pequeños hacerlo más suavemente cada tres segundos, sin suspender la maniobra hasta que el accidentado restableza su propio ritmo respiratorio. RECORDAR CONSTANTEMENTE QUE MUCHAS PERSONAS SE REANIMARON AL CABO DE CUATRO HORAS Y MAS DE PRACTICARLES LA RESPIRACION ARTIFICIAL.

Siempre que sea posible y mientras se están realizando las operaciones anteriores, procurar que otra persona avise cuanto antes a un médico o a una clínica de urgencia. Colocar mantas y abrigos de-

bajo y encima del accidentado que ya respira y cuando se haya recobrado, no permitir que se levante hasta pasada una hora, por lo menos, con el fin de evitar el peligro de un colapso grave por falta de oxígeno.

Quemaduras

A-B

En el caso de un accidentado consciente que presenta quemaduras, el objetivo de los primeros auxilios es evitar el dolor, hacer que la víctima se sienta cómoda e impedir la infección.

Quemadudas leves - Dejar correr el agua del grifo sobre la quemadura para atenuar el dolor. Si no se ha formado ampolla, cubrir la quemadura con vaselina u otro producto graso similar, tapándola luego con varias compresas esterilizadas, una encima de otra, que el lubricante anterior debe impedir que se pequen a la herida. Si se han formado ampollas, cubrir la quemadura con compresas estériles para evitar la penetración de aire contaminador y con ello la posible infección. No debe romperse ni vaciarse ampolla alguna.

Quemaduras químicas - Lavar escrupulosamente la zona afectada con agua corriente para diluir y arrastrar la substancia química, curándola después como en el caso anterior. Si la quemadura afectó a los ojos, deben lavarse suave pero concienzudamente con agua hervida o esterilizada o con una solución salina (agua con sal). Deberá cubrirse el ojo con una compresa estéril y acudir al facultativo inmediatamente.

Quemaduras graves - En caso de incendio de las ropas, intentar extinguirlo por sofocación, envolviendo rápidamente al accidentado con una manta, abrigo, alfombra, etc. Seguidamente se le acostará para evitar el peligro de colapso. Deben cortarse las ropas situadas sobre la zona quemada, pero sin intentar quitarlas a tirones si están pegadas a la quemadura; se dejarán así pegadas recortándolas alrededor de la lesión.

Deben lavarse cuidadosamente las manos que curen la herida para evitar infecciones por esta vía y proceder a cubrir la quemadura con una gruesa capa de compresas estériles secas que impidan la entrada de aire, con lo que disminuirá el dolor y el riesgo de contaminación De no tener compresas a mano, pueden utilizarse sábanas o toallas limpias, mejor recién lavadas.

[5]Organismos y entidades que prestan auxilio en caso de accidente.

A-B-C

El alcance de los organismos y entidades que prestan auxilio en caso de accidente varía mucho de uno a otro lugar en que pueda ocurrir el accidente. Desde las grandes ciudades con sus servicios médicos de urgencia al alcance de un teléfono, tanto públicos (seguridad social - casas de socorro) como privados, salas y servicios de urgencia de los hospitales, etc. hasta las apartadas zonas rurales donde ni tan siquiera reside un médico, los procedimientos serán completamente distintos.

Cada radioaficionado y sus allegados deben procurar tener conocimiento de la forma más rápida y eficaz de recabar y obtener el servicio médico de urgencia en caso de accidente, recurriendo a

- el médico privado de urgencia, particular o de la seguridad social;
- algún centro o puesto de la Cruz Roja Española o particularmente algún miembro perteneciente a la misma, especialmente si está acreditado como socorrista;
- en las poblaciones costeras, algún miembro socorrista del servicio salvavidas (CRIS, etc,)
- los dispensarios de la Sanidad Nacional del Ayuntamiento o de cualquier entidad benéfica o privada, que con seguridad dispondrá de teléfono

* * * * * * * * * * *

(Fin de la Primera Parte)

EDICIONES 1981

"AGRUPACIÓ RADIOAFICIONATS CALELLA"

EN EXISTENCIA

- **LIBROS TEMARIOS RESPUESTAS EXAMENES A–B–C**
  (4 ejemplares de 70 pág. cada uno).
  Se remiten conjuntamente al precio de — 800.- Ptas.
- **SUB-NOMENCLATOR EA3** — 200.- Ptas.
- **BOLETIN MENSUAL "PORTAVEU"** Suscripción anual — 500.- Ptas.

BIBLIOTECA A.R.C.

(EDICION LIMITADA – EJEMPLARES DE 70 PAGINAS)

Autor: D. JUAN ALIAGA ARQUE - EA3-PI

	Publicación
1.- TRATAMIENTO DE INTERFERENCIAS (TV, Motores, etc.)	Marzo 1981
2.- COMPONENTES EN GENERAL (Guia del comprador)	Mayo 1981
3.- METODOS OPERATIVOS ESTACION DE RADIOAFICIONADO (HF-DX-SCATTER-REPETIDOR-CONCURSOS-DIPLOMAS)	Julio 1981
4.- INSTALACION Y MANIPULACION DE EQUIPOS (HF-VHF)	Septiembre 1981
5.- ANTENAS (Conocimientos básicos)	Octubre 1981
6.- LINEALES (HF-VHF)	Diciembre 1981
SUSCRIPCION A LOS 6 TITULOS:	Ptas. 1.200.-
TITULOS SUELTOS:	Ptas. 300.-

PEDIDOS : AGRUPACIÓ RADIOAFICIONATS CALELLA
Apartado 181 - CALELLA (Barcelona)

PAGO: Por giro postal o talón bancario.
No se remiten a reembolso.